

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**ELABORAÇÃO DE BROWNIE DE CHOCOLATE SEM GLÚTEN COM A
UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE ARROZ E TRIGO SARRACENO**

Aline Simon

Porto Alegre

2014

Aline Simon

**ELABORAÇÃO DE BROWNIE DE CHOCOLATE SEM GLÚTEN COM A
UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE ARROZ E TRIGO SARRACENO**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dra. Roberta Cruz Silveira Thys

Coorientadora: Prof^a Simone Hickmann Flores

Porto Alegre

2014

Trabalho de Conclusão de Curso

**ELABORAÇÃO DE BROWNIE DE CHOCOLATE SEM GLÚTEN COM A
UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE ARROZ E TRIGO SARRACENO**

Aline Simon

Conceito Final_____

Aprovada em ____/____/____

Profª. Drª Roberta Cruz Silveira Thys
ICTA-UFRGS
Orientadora

Profª. Drª Florencia Cladera Olivera
ICTA-UFRGS

Drª Vanessa Hermes
ICTA-UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Adalberto P. Simon e Meri L. Simon e ao meu irmão Marcelo Simon, pelo total apoio que me dedicaram em todos esses anos de estudo e dedicação. Agradeço a compreensão, amor, carinho e incentivo em mim dedicados. E por acreditarem nas minhas escolhas pessoais e profissionais, compartilhando comigo os momentos difíceis e as alegrias. São as pessoas mais importantes da minha vida, e são os responsáveis por eu ter o privilégio de estar me formando.

Aos professores do ICTA, em especial minha orientadora, Roberta Thys, e a minha coorientadora, Simone H. Flores, pela ajuda e direcionamento necessário para a elaboração de tal pesquisa com êxito, ambas sempre dispostas a me auxiliar, esclarecendo dúvidas e disponibilizando o laboratório e equipamentos para realização de análises. Além disso, buscando mestrandos e doutorandos para me auxiliar na execução dos experimentos, em especial agradeço a mestranda Karine Caetano, pela disponibilidade de me ajudar.

Gostaria de agradecer a Juciane Feijó e Alex Feijó, que disponibilizaram espaço físico, equipamentos, matéria-prima e tempo para o desenvolvimento do produto, com apoio e sugestões, que foram atenciosos e flexíveis, quanto as minhas ausências no estágio, e com isso, de suma importância para realização do estudo.

Aos meus amigos, que me auxiliaram da melhor forma possível com muito incentivo, com momentos de desabafo ou com momentos de descontração, em especial as minhas amigas Rafaela S. Sikilero, Danielle R. da Silva, Flávia B. Garcia, Ana Paula C. Amaral, Marina H. Coelho, Marina M. Fisher e Mariana Dutra que me apoiaram, dividindo as dificuldades deste momento, anseios, dúvidas, alegrias e com muito carinho me auxiliaram nesses anos de formação, para que fosse mais simples e divertido o empenho e dedicação necessários.

E por fim, gostaria de agradecer o Instituto de Ciência e Tecnologia e a UFRGS pela total qualidade de ensino e pela infra-estrutura fornecida.

“Toda ação humana, quer se torne positiva ou negativa, precisa depender de motivação”

Dalai Lama

RESUMO

Com o aumento da demanda por produtos isentos de glúten, além da variedade e qualidade esperada, o desenvolvimento destes produtos vem aumentando fortemente. Com o intuito de se obter características sensoriais cada vez melhores a utilização de amidos, hidrocolóides e fontes protéicas nesses produtos apresentam-se como as alternativas mais presentes na elaboração de tais produtos. Por esses motivos o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de um brownie de chocolate sem glúten substituindo a farinha de trigo pelas farinhas de arroz e trigo sarraceno, com a adição de goma xantana. Foram desenvolvidas quatro formulações teste alterando as proporções de farinha de arroz, farinha de trigo sarraceno e goma xantana. Para avaliar estas formulações foram realizados testes de textura, em texturômetro, avaliando a firmeza e análise sensorial, através dos atributos, aparência, cor, aroma, textura, sabor, sabor residual e aceitação global. A formulação escolhida foi avaliada através dos teores de umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos, fibras e cinzas e da intenção de compra do produto. Os resultados obtidos demonstraram que a formulação com maior índice de aceitação na análise sensorial foi a FT4 cuja composição foi de 60% farinha de arroz, 40% trigo sarraceno e 0,2% goma xantana, apesar de todas as formulações apresentarem índice de aceitação (IA) superiores a 70%. Esta formulação apresentou o valor para o quesito firmeza (9,24 N), porém seus valores ainda são menores que produtos convencionais, como bolos com glúten, com 10,4 N de firmeza. A análise centesimal demonstrou que o produto elaborado possui (em base úmida) aproximadamente 23,30 % de umidade, 1,19 % de cinzas, 20,26 % de lipídeos, 6,37 % de proteínas, 6,06 % de fibras e 42,83% de carboidratos.

Palavras-chave: Brownie sem glúten. Farinha de arroz. Farinha de trigo sarraceno. Goma xantana.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Comparação entre as mucosas intestinais de indivíduos normais (B) e com a mucosa alterada (A) – alteração das vilosidades.	15
Figura 2 - Crescimento da demanda, no site de buscas Google, por informações a respeito de produtos “ <i>glutenfree</i> ”.	19
Figura 3 - Distribuição de estabelecimentos de vendas de produtos sem glúten no país.....	20
Figura 4 - Distribuição de indivíduos celíacos por Estado no Brasil.	21
Figura 5 - Distribuição de Estabelecimentos por Estado do Brasil.	21
Figura 6 - Distribuição dos restaurantes que oferecem produtos isentos de glúten no Brasil.	21
Figura 7 - Fluxograma do processo de preparo de brownies de chocolate isentos de glúten.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição Centesimal Farinha de Arroz (em 100 g de produto consumível) (B.S).....	27
Tabela 2 - Composição Centesimal de Farinha de Trigo e Farinha de Trigo Sarraceno (em 100 g de produto consumível) (B.S).	29
Tabela 3 - Formulações Preliminares	44
Tabela 4 - Formulações testes de brownie de chocolate isento de glúten.....	45
Tabela 5 - Resultados da Propriedade de Firmeza do Brownie de Chocolate sem Glúten (média e desvio padrão).	49
Tabela 7 - Parâmetros Físico-Químicos analisados para a formulação teste FT4....	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 GLÚTEN	12
2.2 DOENÇA CELÍACA.....	13
2.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SEM GLÚTEN.....	17
2.4 O MERCADO DE PRODUTOS SEM GLÚTEN	18
2.5 BOLOS E BROWNIES SEM GLÚTEN	22
2.6 SUBSTITUTOS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVOS PARA PRODUTOS ISENTOS DE GLÚTEN.....	23
2.6.1 Fontes Amiláceas	23
2.6.1.1 Amidos	23
2.6.1.2 Farinha de Arroz.....	26
2.6.2 Fontes Protéicas.....	28
2.6.2.1 Farinha de Trigo Sarraceno	28
2.6.2.2 Proteínas Lácteas.....	30
2.6.2.3 Soja.....	31
2.6.2.4 Ovos	31
2.6.3 Hidrocolóides.....	32
2.6.3.1 Goma Xantana	35
2.6.3.2 Goma Guar	36
3 OBJETIVO.....	38
4 ARTIGO "Elaboração de Brownie de Chocolate sem Glúten com a Utilização de Farinha de Arroz e Trigo Sarraceno"	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE.....	71

1 INTRODUÇÃO

O glúten corresponde à fração protéica de alguns cereais como, trigo, centeio, cevada e aveia (WIESER, 2007). Essa proteína pode causar intolerância em determinadas pessoas, e por isso, está sendo substituída em alguns produtos já convencionais da dieta humana, como pães, bolos, biscoitos, massas, entre outros, de forma a suprir a alimentação de quem apresenta a intolerância ao glúten (GALLACHER, *et al.*, 2004).

Quando uma pessoa celíaca é diagnosticada, ela deve parar de ingerir alimentos que contenham glúten, para manter seu bem-estar e saúde. Pesquisas apontam que a doença celíaca (DC) já apresenta prevalência de 1:100 a 1:200 na população mundial (SCHUPPAN, JUNKER e BARISANI, 2009). No Brasil, foram encontrados valores de 1:214 a 1:681, dependendo do estado e da região pesquisada (GANDOLFI *et al.*, 2000). Como os índices de celíacos são consideráveis e, atualmente, há um direcionamento para a ingestão de produtos sem glúten, mesmo por aqueles que não apresentam a doença, mas que apenas procuram mudar seus hábitos alimentares, a comercialização de produtos isentos de glúten cresce cerca de 28% ao ano nos Estados Unidos e no mundo inteiro a demanda cresce nas mesmas proporções (GLOVER, 2009).

A ausência de glúten em produtos de panificação e confeitaria resulta em massas com textura quebradiça, pobres em cor, e sensorialmente bastante diferentes das massas que contém a proteína. Rotsch (1954) concluiu que as massas só podem ter as mesmas características de retenção de ar, por exemplo, se outro componente formador de gel substituir o glúten. A remoção de glúten resulta em grandes problemas para a tecnologia dos produtos e, atualmente, muitos produtos sem glúten disponíveis no mercado apresentam características sensoriais inferiores quando comparados aos seus semelhantes, mas que contém glúten. O perfil nutricional dos alimentos sem glúten também pode ser um desafio, já que muitas vezes as formulações são baseadas em amidos puros, ou apenas em farinhas fracas (baixo teor de proteínas) (RAMOS *et al.*, 2012).

O interesse pelos produtos de panificação isentos de glúten tem se expandido. O desenvolvimento de alimentos com farinhas de cereais que não contenham glúten (farinhas de arroz, milho, soja...), e envolvendo a incorporação de amidos, hidrocolóides e proteínas de forma a reproduzir as propriedades viscoelásticas do glúten, estão aparecendo nas mais recentes pesquisas (KOKSEL, 2009). Acompanhando essa tendência, e observando a demanda gerada pela população celíaca, ou por aquela que mudou seus hábitos alimentares, procurando produtos diferenciados, o presente estudo se propõe a elaborar um brownie de chocolate sem glúten, e avaliar o produto, através de análises de textura (firmeza), análise sensorial e físico-química.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GLÚTEN

O glúten corresponde à fração proteica dos grãos de trigo, centeio, cevada e aveia. Tal fração é composta por dois grupos, as prolaminas, que são a parte proteica solúvel em solução álcool-água e as gluteínas, insolúveis em solução etanoica (WIESER, 2007).

Em cada tipo de cereal, o grupo prolamínico recebe um nome próprio como hordeína na cevada, secalina no centeio e avenina na aveia (WIESER, 2007). No trigo, as prolaminas são conhecidas como gliadinas, essas são proteínas com uma estrutura de cadeia simples com porções manométricas subdivididas, conforme sua sequência de aminoácidos na porção N-terminal, nos tipos, β -, α -, γ - e ω -gliadinas correspondendo a cerca de 50% do glúten. Tecnicamente, quando hidratadas, têm pouca elasticidade, sendo, então, ligada a viscosidade da massa. Já a glutenina, do grupo das gluteínas, é formada por agregados de proteínas, com um alto peso molecular e, quando hidratada, confere coesividade e elasticidade à massa, dando a resistência à extensão (WIESER, 2007). Com tais características, ambas as frações proteicas são importantes para as propriedades reológicas das massas. (BOTELHO, 2012). De acordo com Gallagher *et al.* (2004), o glúten é a principal proteína presente na farinha de trigo e exerce papel importante na funcionalidade das massas na panificação, proporcionando viscoelasticidade, boas propriedades de exploração de gás e estrutura do miolo.

Para a formação do glúten é necessária a mistura da farinha de trigo (sólido) (ou outro cereal que contenha as proteínas gliadina e glutenina em sua composição) com a água (líquido). Quando estes ingredientes encontram-se nas proporções certas, forma-se uma massa coesa e viscoelástica e com capacidade de retenção de gás. Deste modo, o mais correto é dizer que o glúten é um produto formado pela manipulação (energia mecânica) da farinha, acrescida de água, tendo a capacidade de absorver até 200% do seu peso em água (HELLER, 2009; LAFIANDRA, et al.,

2004). Esse composto apresenta total importância na área alimentícia, sendo as farinhas de trigo, centeio, cevada, aveia, entre outras, muito utilizadas em produtos de panificação e confeitaria.

Gallacher *et al.* (2004) afirmam que o glúten acarreta intolerância em determinadas pessoas, os chamados celíacos, e por isso, está sendo substituído em alguns produtos de forma a suprir a alimentação destes ou daqueles que escolhem uma dieta isenta de glúten.

De forma geral, a ausência de glúten em produtos de panificação e confeitaria resulta em massas com textura quebradiça, pobres em cor, e sensorialmente bastante diferentes das massas que contém a proteína. Rotsch (1954) concluiu que as massas só podem ter as mesmas características de retenção de ar, por exemplo, se outro componente formador de gel substituir o glúten. A remoção de glúten resulta em grandes problemas para a tecnologia dos produtos e, atualmente, muitos produtos sem glúten disponíveis no mercado apresentam qualidade sensorial inferiores aos produtos com glúten, geralmente mais secos, quebradiços, entre outros (ARENDR, *et al.*, 2002).

2.2 DOENÇA CELÍACA

A doença celíaca (DC) é definida como uma enteropatia autoimune causada por uma sensibilidade permanente ao glúten (HAMER, 2005; HILL *et al.*, 2005). Nas pessoas com intolerância, a ingestão de glúten desencadeia reações imunológicas tóxicas, que resultam em danos à superfície da mucosa do intestino delgado e interferem na absorção de nutrientes (HOWARD *et al.*, 2002). Historicamente, a doença foi descrita em detalhes em 1888, por Samuel Gee. Médico pesquisador inglês que apresentou que possivelmente as farinhas seriam a causa de sintomas de diarreia em vários pacientes. Gee designou-a por "afecção celíaca" e em seus relatos previa que controlar a alimentação dos doentes seria o principal tratamento, e que fármacos deveriam ser reduzidos.

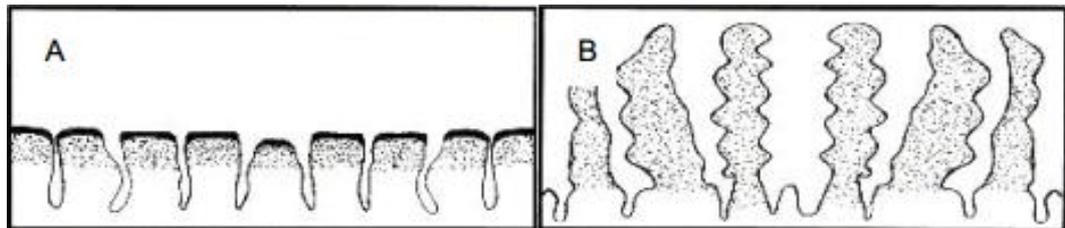
Em 1950, um pediatra verificou que as crianças com a doença, no meio da Segunda Guerra Mundial, tiveram os sintomas reduzidos, e atribuiu isso ao fato de que na Guerra a escassez de alimentos foi alta, principalmente o fornecimento de pão (ALCEBRA, 2004). Charlotte Anderson demonstrou mais tarde, através de

pesquisas, que o trigo e o centeio continham a substância que provoca a doença: o glúten. J.W.Paulley, médico inglês, observara, entretanto num "celíaco operado", que a sua mucosa intestinal não tinha o aspecto habitual, e este fato extremamente importante e confirmado por outros pesquisadores, passou a permitir um diagnóstico com bases mais seguras. A importância desta descoberta aumentou, quando um oficial americano, Crosby, e um engenheiro, Kugler, desenvolveram um pequeno aparelho com o qual podiam efetuar biopsias do intestino sem necessidade de operar o doente. Este aparelho, hoje com pequenas modificações, ainda é usado para se fazer o Diagnóstico da Afecção Celíaca (ALCEBRA, 2004).

Segundo a Associação de Celíacos do Brasil (ACELBRA, 2004) a doença celíaca geralmente se manifesta na infância, entretanto, pode surgir em qualquer idade, inclusive na fase adulta.

A ingestão de frações protéicas, definidas como gliadinas, as quais compõem o glúten junto com as gluteninas, conduz a um processo inflamatório crônico da mucosa do intestino delgado caracterizado por uma infiltração celular inflamatória com destruição progressiva das vilosidades intestinais, como pode ser observado na Figura 1. Isto conduz, por sua vez, a limitações na digestão dos alimentos e conseqüentemente a uma má absorção de uma variedade de macro e micronutrientes. A doença é permanente, ou seja, apresenta-se como crônica (AGA Institute, 2006; FASANO, et al., 2008; VOLTA e VILLANACCI, 2011). Depois do diagnóstico, o portador da doença celíaca é orientado a uma dieta isenta de glúten, excluindo a ingestão de proteínas de reserva do trigo, centeio, cevada e de híbridos desses cereais, como triticale (ARENDET, 2008). Assim, os portadores da doença não podem ingerir alimentos como: pães, bolos, bolachas, macarrão, pizzas, cervejas, uísque, vodka, etc., quando estes alimentos possuírem o glúten em sua composição ou processo de fabricação (ALCEBRA, 2004). Com tal exclusão alimentar a mucosa do intestino pode recuperar suas características e funções, melhorando as condições fisiológicas do paciente (GALLAGHER, 2008). Investigadores avaliaram o efeito da dieta com isenção de glúten (DIG) nos sintomas gastrointestinais em 215 pacientes examinados na Universidade de Iowa (EUA) com diagnóstico de DC (MURRAY, et al., 2004) e concluíram que os pacientes apresentaram uma melhoria substancial e rápida dos sintomas.

Figura 1 - Comparação entre a mucosa intestinal de indivíduos sem intolerância (B) e com a mucosa alterada, indivíduos com intolerância (A) – alteração das vilosidades.



Fonte: Associações de Celíacos no Brasil (ACELBRA) (2004).

A DC se manifesta com e sem sintomas. A doença sintomática possui duas classificações, a clássica e a não clássica. No primeiro caso, a maior frequência é na faixa pediátrica, surgindo entre o primeiro e terceiro ano de vida. Caracteriza-se pela diarreia crônica, desnutrição com déficit do crescimento, anemia ferropriva, emagrecimento, distensão e dor abdominal, vômitos, osteoporose, esterilidade, abortos de repetição, glúteos atrofiados, pernas e braços finos, apatia, desnutrição aguda que podem levar o paciente à morte na falta de diagnóstico e tratamento. A segunda classificação apresenta manifestações monossintomáticas, com alterações gastrintestinais menos aparentes. São sintomas: anemia resistente, irritabilidade, fadiga, baixo ganho de peso e estatura, prisão de ventre, constipação intestinal crônica, manchas e alteração do esmalte dental, esterilidade e osteoporose antes da menopausa. Quando a DC não manifesta sintomas (assintomática), se não tratada, podem se desenvolver outras doenças, como câncer de intestino, anemia, osteoporose entre outras (ACELBRA, 2004).

Para todos os casos de sintomas, o Ministério da Saúde (2010) indica a solicitação de dosagem de anticorpo antitransglutaminase recombinante humana da classe IgA (TTG) e da imunoglobulina A (IgA). Se tais procedimentos se mostrarem normais, a doença celíaca é pouco provável. Porém, se houver suspeita de DC, o paciente deve ser encaminhando para o Serviço de Referência em Gastroenterologia Pediátrica ou Clínica para uma avaliação mais completa de biópsia do intestino delgado. Um estudo realizado num percentual da população portuguesa de adolescentes (ANTUNES, *et al.*, 2006), concluiu que a avaliação da

IgA total, em conjunto com a determinação dos anticorpos anti-transglutaminase tecidual, é aparentemente o melhor método de rastreio da doença celíaca. Neste estudo a prevalência da DC encontrada foi de 1: 134 (HILL *et al.*, 2005).

Pesquisas atuais evidenciam que a DC é mais comum nos Estados Unidos, Europa Ocidental e Oriental, e muitos outros países, com exceção do Japão (AGA Institute, 2006). Apresentando prevalência de 1:100 a 1:200 na população mundial (SCHUPPAN, JUNKER, e BARISANI, 2009). No Brasil, trabalhos realizados com doadores do banco de sangue, mostraram alta prevalência da doença: Brasília 1:681 (GANDOLFI *et al.*, 2000), Curitiba 1:417 (PEREIRA *et al.*, 2006) e São Paulo 1: 214 (ALENCAR *et al.*, 2006). Com esses índices altos de intolerantes a comercialização de produtos isentos de glúten cresce cerca de 28% ao ano (GLOVER, 2009).

O número de produtos oferecidos sem glúten ainda é pequeno e é ainda menor longe dos grandes centros urbanos, o que dificulta muito a realização correta da dieta, além disso, muitas vezes a rotulagem incorreta e possíveis contaminações por glúten durante o processo de fabricação dos alimentos podem auxiliar nessa transgressão aos padrões alimentares que são necessários seguir. A maior dificuldade na alimentação dos celíacos está no acesso aos produtos elaborados com substitutos da farinha de trigo e que apresentem características sensoriais favoráveis e agradáveis para quem consome. Muitas vezes os produtos que são encontrados com diferentes substitutos, na área da panificação, são secos e quebradiços. E também, por se tratarem de alimentos que não são produzidos em larga escala, agregam alto valor comercial tornando-os caros e inacessíveis às classes sociais menos favorecidas (FERREIRA *et al.* 2009). O indivíduo que necessita de uma dieta isenta de glúten ou optar por não ingerir, precisa observar e entender a rotulagem dos alimentos e ter conhecimento das legislações vigentes.

Em 1981, a Comissão Alimentar CODEX, da Organização Mundial da Saúde, junto com a Organização de Alimento e Agricultura FAO, descreveu os alimentos livres de glúten como aqueles que apresentam ingredientes que contenham glúten, e assim, tenham seu teor de glúten reduzido por processo enzimático ou por substituição de ingredientes isentos de glúten. Em 1996, o CODEX recomendou que o consumo de prolaminas pelos celíacos não deveria passar 10 mg por dia. Posteriormente esse número foi revisado e o CODEX realizou a padronização dos valores de ingestão, estipulando que a quantidade de glúten nos produtos livres de glúten não deveria ser maior que 2mg/100g ou 20mg/kg de alimento ou 20 ppm. No

Brasil a legislação é de 1992, com a lei federal nº 8543 que determina que o fabricante do produto deva informar no rótulo se o produto contém glúten. Em 2002, a RDC nº 40 obrigou a inscrição de “CONTÉM GLÚTEN” no rótulo. E, em 2003 a lei nº 10.675 obrigou que os rótulos contivessem “CONTÉM GLÚTEN” ou “NÃO CONTÉM GLÚTEN” em todos os produtos alimentícios, inclusive bebidas. Como forma de prevenir a controlar a DC (BRASIL, 2002 e BRASIL, 2003).

2.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SEM GLÚTEN

Nos últimos anos tem aumentado o interesse pelos produtos de panificação isentos de glúten, assim, tem se expandido o desenvolvimento de alimentos com farinhas de cereais sem glúten (farinhas de arroz, milho, soja...) envolvendo a incorporação de amidos, hidrocolóides e proteínas, de forma a reproduzir as propriedades viscoelásticas do glúten (KOKSEL, 2009). Através destas pesquisas têm sido obtidos produtos de panificação sem glúten com uma estrutura aceitável e com melhor comportamento reológico, quando se compara com alguns anos atrás (SCIARINI, *et al.*, 2010).

Grãos podem ser moídos para fazer farinha, mas cada grão tem constituintes que os distinguem, conferindo texturas, paladares e propriedades físico-químicas diferentes quando introduzidas numa massa (CANELLA-RAWLS, 2003). Estruturalmente a massa de farinha de trigo levedada assemelha-se a uma espuma. E, pelo contrário, a massa isenta de glúten é um sistema constituído de partículas de amido, que formam a fase dispersa, e água que constitui a fase líquida. O resultado é uma massa com uma estrutura mais semelhante a um gel (DOBRASZCZYK, *et al.*, 2001). O perfil nutricional dos alimentos sem glúten também pode ser um desafio, uma vez que, muitas vezes as formulações são baseadas em amidos puros, ou apenas em farinhas fracas (RAMOS, *et al.*, 2012). Para minimizar essas características tão diferentes uma variedade de produtos com diferentes funções tecnológicas estão sendo testados nos produtos isentos de glúten. Hidrocolóides (goma xantana, hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), alginato de sódio, carragenato, pectina, goma guar, carboximetilcelulose, entre outros) são exemplos de aditivos usados no processo de fabricação de produtos de panificação (ROSSELL, *et al.*, 2001, LAZARIDOU, *et al.*, 2007, SCIARINI, *et al.*, 2010, CROCKETT, *et al.*, 2011).

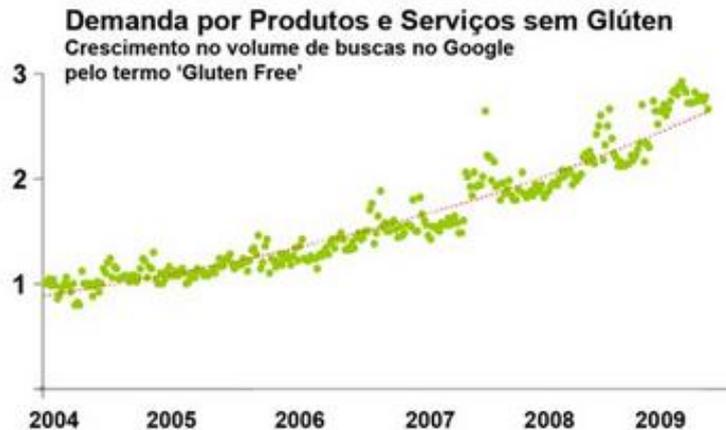
Para exemplificar o avanço das pesquisas no desenvolvimento de produtos sem glúten, Gallacher *et al.* (2004) relatam que nos últimos anos inúmeras pesquisas utilizando a substituição de farinha de trigo por amidos, produtos de laticínio, hidrocolóides e probióticos vem sendo realizadas, a fim de melhorar a estrutura, o paladar, a aceitabilidade e a vida de prateleira dos produtos elaborados. Dados mais recentes ainda podem ser observados em estudos como o de Gorgônio *et al.* (2011) que caracterizaram macroscopicamente e físico-quimicamente uma formulação de bolo com fibras, isento de açúcar e glúten e Turabi *et al.* (2010) que avaliaram bolos sem glúten, contendo farinha de arroz e gomas.

Pesquisas das características reológicas de produtos sem glúten também podem ser citadas, com o objetivo de demonstrar a busca por produtos cada vez mais semelhantes com aqueles que contêm glúten. Neste sentido, Ronda *et al.* (2011) avaliaram a reologia de massas de bolos sem glúten, feitas com a adição de proteínas de soja e amidos, detectando que as formulações com amido de milho e proteína isolada de soja obtiveram maior viscosidade e elasticidade. Kim e Shin (2014) estudaram a qualidade de cupcakes sem glúten, preparados com farinha de arroz, demonstrando a efetividade da substituição de farinha de trigo por farinha de arroz, a partir de parâmetros de viscoelasticidade e textura (firmeza, coesividade, elasticidade). Também podem ser encontrados estudos com o intuito de elaborar pré-misturas para bolos sem glúten, utilizando farinha de arroz, fécula de mandioca, açúcar, sal e fermento químico (RAMOS, BARRETO e SANDRI, 2012).

2.4 O MERCADO DE PRODUTOS SEM GLÚTEN

O Conselho Nacional de Saúde (CNS) estima que dois milhões de pessoas no Brasil sejam afetadas pela doença celíaca. Além disso, a procura por alimentos livres dessa proteína está ocorrendo também porque as dietas que restringem o consumo de tais ingredientes estão se tornando cada vez mais comuns. A Figura 2 demonstra a procura da população por informações a respeito dos alimentos ditos “*glutenfree*”. Bogue&Sorenson (2008) concordam com esses motivos, quando afirmam que os diagnósticos de pacientes com a doença celíaca está aumentando e a preferência dos consumidores, não celíacos, de retirarem a glúten de sua dieta está cada vez mais expressiva.

Figura 2 - Crescimento da demanda, no site de buscas Google, por informações a respeito de produtos “*glutenfree*”.



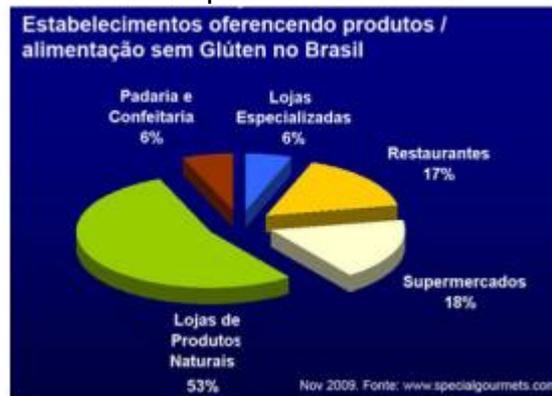
Fonte: PAIM & SCHUCK (2010)

Nos Estados Unidos, por exemplo, o mercado de produtos sem glúten cresceu a uma taxa média de 28% entre os anos de 2004 a 2008, com um volume de vendas de US\$1.6 bilhões em 2008, e a expectativa era que em 2012 atingisse US\$2.6 bilhões. No Brasil, a tendência também é de crescimento, com centenas de novos produtos, serviços e negócios voltados a este setor tendo surgido recentemente. Além disso, o aumento na taxa de diagnóstico da doença celíaca e de outras condições nas quais a exclusão do glúten é praticada (como o autismo) deverão também contribuir para aumentar ainda mais a demanda no setor (SEBRAE, 2014).

Embalado pelo crescimento do mercado, o comércio e a produção de alimentos sem glúten estão se tornando opção de negócio. Segundo a organização da Fenacelbra (Federação Nacional das Associações de Celíacos no Brasil), o segmento cresceu 35% em 2010. As iniciativas no mercado de alimentos sem glúten seguem uma tendência de alta. O instituto Nielsen aponta em pesquisa que o setor foi um dos vetores para o crescimento econômico apresentado pelo país nos últimos anos. Uma pesquisa do instituto indica que a venda de produtos com apelos, como alimentos e bebidas diet, light, sem glúten, sem lactose, naturais e orgânicos, cresceu 82% de 2004 a 2009, atingindo patamar de R\$ 15 bilhões ao ano. Segundo o estudo, a perspectiva de crescimento até 2014 é de 40% (ACELBRA, 2013).

A dieta isenta de glúten representa um impacto significativo no custo com a alimentação, especialmente quando contém produtos com farinhas alternativas. Por exemplo, na cidade de São Paulo, uma dieta com essas características pode custar 44% mais do que uma dieta com produtos convencionais. Além disso, há, atualmente, uma variedade de produtos disponíveis, porém é necessário facilitar sua localização e a aquisição (KAMIOKA *et al.*, 2013). Suprindo essa demanda, no Brasil há um crescimento de lojas e restaurantes, que ofertam o segmento de produtos sem glúten. Em comparação com outros países desenvolvidos, o número ainda é pequeno, porém surgem diversas opções de lojas especializadas em pães, bolos, biscoitos, pizzas, massas, e outros produtos “*glutenfree*” (SPECIAL GOURMETS, 2009 apub VIDA SEM GLÚTEN E ALERGIAS, 2009). Na Figura 3 é possível observar a divisão da distribuição desses produtos nos diferentes tipos de locais de comercialização.

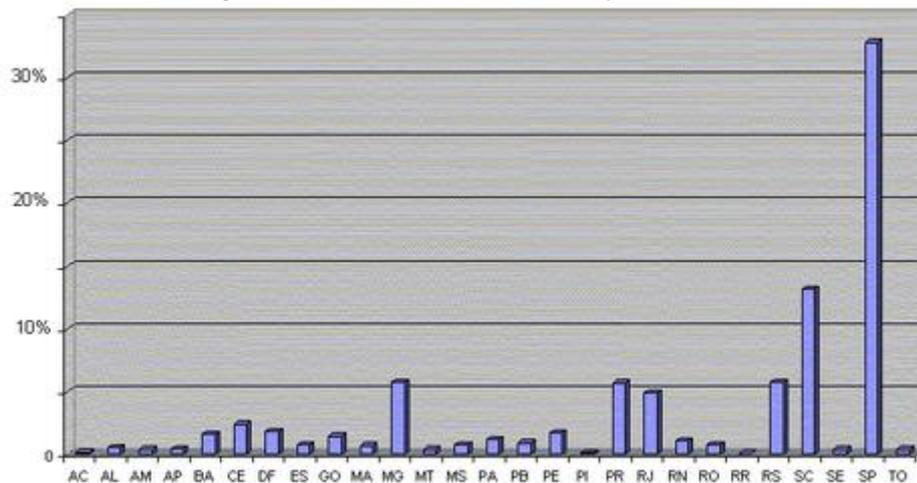
Figura 3 - Distribuição de estabelecimentos de vendas de produtos sem glúten no país.



Fonte: Special Gourmets (2009 apub Vida Sem Glúten e Alergias, 2009).

Com o foco no cenário brasileiro, os próximos dados revelam que onde existe o maior percentual de celíacos é também onde se encontram o maior número de locais especializados na venda dos produtos isentos de glúten (Figuras 4, 5 e 6).

Figura 4 - Distribuição de indivíduos celíacos por Estado no Brasil.



FONTE: Associação de Celíacos do Brasil (2013)

Figura 5 - Distribuição de Estabelecimentos por Estado do Brasil.



Fonte: Special Gourmets (2009 apub Vida Sem Glúten e Alergias, 2009).

Figura 6 - Distribuição dos restaurantes que oferecem produtos isentos de glúten no Brasil.



Fonte: Special Gourmets (2009 apub Vida Sem Glúten e Alergias, 2009).

Os produtos isentos de glúten apresentam problemáticas tecnológicas, que ainda devem ser amplamente desenvolvidas para auxiliar no aumento da

disponibilidade e distribuição dos mesmos. Além disso, existe certa dificuldade na elaboração, associada às exigências e restrições das linhas de processamento das indústrias, as quais ficam proibidas de processar outro produto nesta linha, senão os isentos de glúten, para evitar qualquer tipo de contaminação (MARK, 2006). Em função dessas exigências, a *Food and Drug Administration* (FDA) propôs um regulamento em 2006, e uma revisão em julho de 2008, para definir o termo “*gluten-free*” para uso voluntário na rotulagem de alimentos nos Estados Unidos da América através do CODEX. Como citado anteriormente, o Brasil tem legislação específica para a rotulagem desses produtos.

Os consumidores de produtos isentos de glúten estão na busca de produtos à base de cereais sem glúten, mas que sejam de mesma aparência e textura dos produtos convencionais. Porém, essas características semelhantes são ainda um desafio para a indústria de alimentos, que com o avanço das pesquisas pode cada vez mais se aproximar e contribuir para a ampliação do mercado de produtos isentos de glúten.

2.5 BOLOS E BROWNIES SEM GLÚTEN

Os produtos de panificação estão presentes no dia-a-dia dos brasileiros e representam um faturamento anual ao redor de R\$ 25 bilhões, além de gerar cerca de 550 mil empregos diretos. O setor é composto por 100 mil pequenos empresários em 52 mil empresas (SINDIPAN, 2008).

O consumo e a comercialização de bolo no Brasil vêm crescendo, principalmente com a tendência de alimentos prontos para consumo ou as misturas para bolos. Nesse contexto, empresas de pequeno porte e indústrias de alta escala estão se beneficiando, cada vez mais com diversificações de bolos, sabores, texturas, recheios e de produtos semelhantes aos bolos, cupcakes, brownies e muffins (MOSCATTO; PRUDÊNCIO-FERREIRA; HAULY, 2004; PAVANELLI; CICHELO; PALMA, 2005). Osawa e colaboradores (2009) também afirmam que os bolos prontos para consumo, tem adquirido importância significativa dentre os produtos de panificação, onde são o segundo produto mais consumido, atrás apenas do pão.

A massa de um bolo, ou produto semelhante, pode ser considerada um complexo emulsionante de óleo em água, com uma fase aquosa contínua contendo ingredientes dissolvidos ou ingredientes secos em suspensão. A incorporação de ar nas células da massa irá influenciar no volume do bolo (GOMEZ *et al.*, 2007). Essa incorporação de ar dependerá da velocidade de batimento e do tipo de massa, onde parâmetros como viscosidade e tensão superficial interferem no processo, sendo que a viscosidade da massa é inversamente proporcional a eficiência de retenção de ar, não podendo ser a mesma muito alta nem muito baixa (SAHI e ALAVA, 2003). As características da massa de brownie revelam que não é necessária alta incorporação de ar. Feeney *et al.* (1988) declara que os brownies tendem a formar uma camada densa e cremosa por dentro e uma camada superficial mais firme, o que se assemelha ao produto alvo do trabalho.

2.6 SUBSTITUTOS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVOS PARA PRODUTOS ISENTOS DE GLÚTEN

A remoção do glúten de produtos que normalmente contém essa proteína resulta muitas vezes em uma massa líquida, com aspecto de crua, podendo gerar um produto com textura quebradiça, cor fraca, entre outras características, devido à má formação da sua estrutura viscoelástica. Sendo assim, produtos isentos de glúten requerem em sua formulação, substâncias que auxiliem nas propriedades viscoelásticas da massa. Para que se tenha uma massa sem glúten com características similares a uma massa com glúten, se faz necessária a incorporação de três ingredientes principais: amido, ingredientes à base de proteínas (fontes protéicas, como, soja, leite, ovo, sarraceno, etc) e hidrocolóides (ARENDDT *et al.*, 2008).

2.6.1 Fontes Amiláceas

2.6.1.1 Amidos

Amido é o polissacarídeo de reserva com maior importância para os seres humanos e muito abundante na maioria das plantas (WARD e ANDON, 2002). Os

grânulos de amidos são constituídos de uma mistura de amilose e amilopectina, sendo a amilose a molécula linear e a amilopectina, a molécula ramificada (GOESAERT *et al.*, 2005). A proporção desses constituintes varia de acordo com o tipo de amido. Goesaert *et al.* (2005) afirmam que a proporção varia de 25-28% e 72%-75% de amilose e amilopectina, respectivamente. Pela legislação brasileira esses polissacarídeos são designados amidos ou féculas, dependendo da parte da planta que são provenientes, parte aérea (amido) ou subterrânea (fécula), (CARUSO, 2012). Caruso (2012) também cita que as principais fontes comerciais de amido são: milho, trigo, batata, arroz e mandioca.

O amido apresenta-se na forma de grânulos intracelulares insolúveis em água de diferentes tamanhos e formas, dependendo da fonte botânica (MOON E GIDDINGS, 1993). Uma significativa fração do grânulo de amido (cerca de 8%) é danificada durante a moagem, o que afeta as propriedades tecnológicas desta substância, gerando uma alta capacidade de absorção de água e uma maior susceptibilidade a hidrólise enzimática (HOSENEY, 1994). Be Miller e Whistler (1996) afirmam que na temperatura ambiente e com água suficiente, os grânulos de amido podem absorver até 50% do seu peso em água, e após retornar ao seu tamanho original, quando secos. Em temperaturas diferentes das amenas ocorrem diferentes reações com os grânulos de amido, que apresentam características essenciais para as propriedades do produto final. Quando o amido é aquecido começa o processo de gelatinização, onde ocorre a perda da cristalinidade e o inchaço dos grânulos (TESTER AND DEBON, 2000). Já, quando o amido é arrefecido ocorre a retrogradação, neste caso, a retrogradação da amilose determina a firmeza inicial do gel de amido, enquanto a retrogradação da amilopectina determina o desenvolvimento a longo prazo das estruturas de gel nos sistemas de cristalinidade do amido (MILES *et al.*, 1985). A retrogradação do amido é influenciada por uma série de condições, como o pH e a presença de sais, açúcares e lipídeos (ELIASSON E GUDMUNDSSON, 2006).

Em produtos de panificação o amido, contribui de forma relevante para a textura e aparência desses produtos com base em cereais. Estas características básicas, citadas anteriormente, são observadas nas preparações de massas de produtos de confeitaria e panificação, onde o amido atua como agente de enchimento, já que absorve água (BLOKSMA, 1990).

Eliasson e Larsson (1993) descreveram as massas como uma rede bicontinua de proteína e amido, no qual a combinação de fatores como calor, umidade, tempo

de cozimento e tipo de grânulos de amido, ditam a gelatinização do amido, a qual é essencial nos processos de panificação (HUG-ITEN *et al.*, 2003). Na etapa de armazenamento, a retrogradação do amido gera uma alteração irreversível no produto, o endurecimento da crosta e do miolo, gerando redução da umidade e do sabor (HOSENEY, 1994). Nesta fase, a amilose e amilopectina se reorganizam e, aumentam a rigidez da rede de amido (ZOBEL e KULP, 1996; GRAY e BEMILLER, 2003). Hug-Iten *et al.* (2003) também propuseram que a formação de ligações cruzadas por ligações de hidrogênio e emaranhamentos entre os dois polímeros têm um impacto sobre a reologia da massa. Foi proposto que a firmeza do miolo durante o envelhecimento pode ser atribuída a um determinado grau de interação entre amido e glúten (EVERY *et al.*, 1998). Entretanto, Ottenhof e Farhat (2004) concluíram que não havia nenhuma evidência de qualquer efeito significativo da presença de glúten na cinética e extensão da amilopectina. Além disso, a interação deve ser improvável por causa da incompatibilidade termodinâmica do glúten e da amilopectina (TOLSTOGUZOV, 1997).

No mundo são produzidos cerca de 48,5 milhões de toneladas de amido. Os EUA são responsáveis por aproximadamente 64% dessa produção, em relação ao amido de milho. A Europa é a maior produtora de amido de batata e de trigo, com 2,8 milhões de toneladas de amido de trigo por ano (FRANCO *et al.*, 2001).

Na presente pesquisa foi utilizado o amido de milho, que é um produto obtido da moagem úmida dos grãos de milho, sendo sua aplicação em alimentos bastante ampla. Essa substância forma uma pasta com média viscosidade, gelatiniza na faixa de 62 a 72 °C e tem alta tendência a retrogradação (ALEXANDRINO, 2006). A aplicação deste ingrediente nas formulações de produtos sem glúten pode contribuir para a aceitação global do mesmo. Caruso (2012) demonstrou que a aplicação de fécula de mandioca, de batata e amido de milho, no preparo de bolo sem glúten teve influencia significativa na textura do produto. Ronda *et al.* (2011) examinaram o efeito do uso de diferentes amidos e fontes de proteínas, com diferentes percentuais, nas propriedades reológicas das massas e no batimento de massa para o preparo de bolos. Os resultados mostraram que a formulação com amido de milho apresentou a consistência mais alta e viscosidade e elasticidade medianas, com os resultados mais próximos do produto feito com farinha de trigo, ou seja, com a presença de glúten.

2.6.1.2 Farinha de Arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos principais cereais no mundo, sendo o mais consumido por ser uma importante base da alimentação para cerca de 50% da população mundial (STATISTICS KOREA, 2012). No Brasil, a safra 2011/12 de arroz foi de 11.606,7 mil toneladas, sendo o Rio Grande do Sul o principal estado produtor de arroz, com produção equivalente a 65% da produção total do país (CONAB, 2011). O consumo de arroz no país é de aproximadamente 12 mil toneladas, indicando déficit de 542,3 mil toneladas.

No trigo a produção está estimada em quase 6 mil toneladas e o consumo total de 10,4 mil toneladas, de forma que o Brasil importa cerca de 6 mil toneladas, para complementar a oferta (CONAB, 2013). Esta demanda interna é suprida pela produção brasileira e complementada por importações provenientes do Uruguai, Argentina e, esporadicamente, dos Estados Unidos e de países asiáticos.

O arroz é uma boa fonte para o uso em alimentos sem glúten por não ser alergênico, visto a ausência de gliadina (GAUSTAUD, 2000). De acordo com a sua solubilidade, as proteínas do arroz podem ser classificadas em albuminas, solúveis em água; globulinas, solúveis em soluções salinas; prolaminas, solúveis em álcool; e gluteninas, solúveis em soluções ácidas ou básicas. A glutenina é a fração dominante, corresponde à maior parte da proteína total do arroz, cerca de 51%, seguida pela prolamina com 34%, globulina com 11%, e a albumina com 4% (HAMADA, 1997).

Os subprodutos do processo de beneficiamento do arroz são geralmente utilizados como ingredientes na indústria alimentícia, tendo em vista o baixo custo e o possível valor agregado a esses produtos (KADAN, BRYANT, BOYKIN, 1997). De acordo com TRUDUS *et al.* (2001), uma vez que os grãos quebrados têm pouca utilização industrial, a possibilidade do seu uso para a produção de farinha de arroz, para posterior uso em produtos alimentícios, como os de panificação, aumentaria o valor agregado desta matéria-prima já que se trata de um subproduto do beneficiamento. Dos subprodutos que o processamento de arroz gera, os grãos quebrados representam cerca de 20%. Desta forma, a porcentagem desse subproduto representa um potencial para ser utilizado no desenvolvimento de outros produtos (RUIZ *et al.*, 2003)

A farinha de arroz é produzida a partir dos grãos quebrados de arroz, obtidos do beneficiamento mediante um processo industrial. A farinha tem atributos exclusivos, como sabor suave, cor branca e facilidade de digestão. Além disso, tem baixos níveis de sódio e gordura. Mais informações sobre a composição centesimal da farinha de arroz podem ser observadas na Tabela 1. No entanto, apesar das vantagens, a falta de proteína do glúten faz com que haja dificuldade em formar uma massa, pois a capacidade de retenção de gás é bastante lenta. Devido a isto produtos de arroz geralmente apresentam problemas de qualidade, tais como volume, textura, cor e estrutura do miolo. Por isso, geralmente acompanhada dessa farinha, para fabricação de pães, bolos e massas, é necessária a adição de outra fonte de proteína, porém essas condições irão depender das características do produto desejado (TURABI *et al.*, 2010).

Tabela 1 - Composição Centesimal Farinha de Arroz (em 100 g de produto consumível) (B.U).

Valor Calórico (kcal)	363
Umidade (g)	12,7
Carboidratos (g)	85,5
Proteína (g)	1,3
Lípidios (g)	0,3
Fibra Alimentar (g)	0,6
Cinzas (mg)	0,2
Cálcio (mg)	1,0
Ferro (mg)	31,4
Fósforo (mg)	36,0

Fonte: Tabela TACO (2011)

Para a fabricação de bolos, o papel do glúten não é tão importante, quanto nas massas de pães. Então, com boas fontes de proteína tem-se o necessário para a estrutura dos bolos. No caso da farinha de arroz, a estrutura é formada quando o amido contido nesse produto é gelatinizado e a amilose linear torna-se gel (TURABI, *et al.*, 2010). O grânulo do amido de arroz é muito pequeno e na estrutura há corpos protéicos, o que dificulta consideravelmente o isolamento do amido (DEOBALD, 1972), e por esse motivo o amido de arroz apresenta custo mais elevado que a sua farinha.

Segundo Ramos *et al.* (2012) a adição de farinha de arroz em bolos não afeta a sua textura. Schamne *et al.* (2010) complementa que a farinha de arroz é um alimento protéico livre de inibidores enzimáticos que prejudicam a absorção na dieta,

apresentando uma alta variedade de carboidratos facilmente digeríveis. Mesmo com a concentração de proteína baixa (6 a 10%), a farinha de arroz tem um equivalente de absorção de proteína ao da carne bovina, caracterizando assim uma proteína de boa qualidade.

A substituição de farinha de trigo pela farinha de arroz, buscando a isenção de glúten em produtos alimentícios é bastante interessante, devido a diversos motivos. Primeiramente, o Brasil apresenta ampla produção de arroz e com isso matéria-prima disponível para a fabricação de farinha de arroz. Esta alta oferta possibilita a diminuição da importação de trigo, já que segundo a CONAB, nos últimos anos, o Brasil importou cerca de 50% do trigo que consumiu e apenas 5% do arroz. Nesta mesma linha, pode-se citar também o preço do produto que é inferior a farinha de trigo. Fora dos aspectos econômicos, ressaltam-se as boas qualidades sensoriais e nutricionais da farinha de arroz. Trabalhos apontam que a qualidade nutricional dos produtos é beneficiada pela adição de farinha de arroz (SILVEIRA *et al.*, 2004).

2.6.2 Fontes Protéicas

2.6.2.1 Farinha de Trigo Sarraceno

Os ingredientes geralmente usados como substitutos dos cereais que contém glúten são: amido de milho, farinha ou fécula de batata e mandioca e farinha de arroz. Entretanto, pacientes com DC (doença celíaca) devem manter uma alimentação com outros ingredientes, para suprir possíveis deficiências de alguns nutrientes no organismo (AUTODORE e JATLA, 2009). Niewisnki (2008) cita alguns alimentos que podem também ser aplicados em produtos que buscam a isenção de glúten, como, amaranto, farelo de milho, quinoa, sorgo, farinha de leguminosas e trigo sarraceno.

Este último cereal tem aplicação em alimentos há alguns anos. Mukay *et al.* (1979) testaram a aceitação de preparos à base de trigo sarraceno, obtendo boa aceitação de crianças celíacas que estavam envolvidas no estudo. Além disso, eles concluíram que a aceitação pode aumentar com a adição de outras farinhas junto com a de trigo sarraceno. Galera *et al.* (2005) afirmam que a substituição da farinha

de trigo pela farinha de trigo sarraceno em bolos é aceitável, considerando o público alvo.

Existem dois tipos de trigo sarraceno cultivados no mundo, o trigo sarraceno comum (*Fagopyrum esculentum* Moech) e o tartárico (*Fagopyrum tartaricum* Gaerth). A China é o país com maior área de cultivo de trigo sarraceno comum (GALERA *et al.*, 2005).

O trigo sarraceno é usado em muitas regiões do mundo devido a seus valores nutricionais. Destacando-se o alto nível de minerais e proteínas (UDESKY J, 1988). Foram encontrados valores que variam de 12% a 18% para proteínas dependendo do tipo de trigo sarraceno (CHRISTA e SMIETANA, 2008). CHAI *et al.* (1989) encontrou valores de 2,1 a 2,8% de lipídeos e 70 a 75 % de carboidratos. Christa e Smietana (2008) encontraram valores semelhantes para proteínas e lipídeos, valores um pouco inferiores para carboidratos (66%) e, aproximadamente 7% para fibras e 2,0 a 2,5% para cinzas. Além disso, Morishita *et al.* (2007) afirma que o trigo sarraceno possui propriedades antioxidantes.

Em relação à farinha de trigo sarraceno, a quantidade de proteína é significativamente maior do que a farinha de arroz e trigo. Sua composição de proteína é similar a do feijão, contendo valores de albumina e globulina, e contendo aminoácidos essenciais como a lisina (5-7%) (ZHANG *et al.* 2004). Uma comparação entre valores encontrados na literatura para a farinha de trigo e farinha de trigo sarraceno pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição Centesimal de Farinha de Trigo e Farinha de Trigo Sarraceno (em 100 g de produto consumível)

Composição	Farinha de Trigo*	Farinha de Trigo Sarraceno**
Valor Calórico (kcal)	360	335
Umidade (g)	13,0	10,0
Carboidratos (g)	75,0	66,0
Proteína (g)	9,8	14,0
Lípídios (g)	1,4	2,5
Fibra Alimentar (g)	2,3	7,0
Cinzas (mg)	0,8	0,9

Fonte: * TACO (2011) ** Valores médios de DROBOT *et al.* (2014) e Christa e Smietana (2008)

2.6.2.2 Proteínas Lácteas

De forma geral, a utilização de proteínas lácteas não é considerada interessante quando se trata de um substituto com alto teor de lactose, pois os celíacos podem apresentar como sintoma o dano nas vilosidades intestinais (ORTOLANI E PASTORELLO, 1997). Segundo Murray (1999), cerca de 50% das pessoas com doença celíaca tem intolerância a lactose. No entanto, vários estudos têm abordado a inclusão de proteínas do leite em sistemas sem glúten, mostrando que tais proteínas têm propriedades funcionais semelhantes ao glúten, apresentando a formação de redes e absorção de água, além de serem funcionais (GALLAGHER *et al.* 2003). Cocup e Sanderson (1987) citam que essas proteínas reduzem o endurecimento desses produtos. Vitti (1998) afirma que as razões para o uso das proteínas de leite em produtos de panificação e confeitaria são: retenção de umidade, coloração, consistência macia, redução da doçura e sabor.

Moore *et al.* (2004) aplicaram ingredientes lácteos em pães sem glúten, onde, demonstraram claramente que as características do produto ficaram muito semelhantes aquelas apresentadas pelo produto com farinha de trigo. De acordo com KENNY *et al.* (2000), o tipo de ingrediente lácteo afeta diretamente o produto elaborado, sendo assim, a adição de pós com baixo teor de lactose, caseinato de sódio, proteína do leite isolada, proteína isolada de soro de leite, ou concentrado protéico de soro leva a produtos com aparências distintas. Ainda, o mesmo autor relata que os ingredientes lácteos podem certamente melhorar a qualidade geral dos alimentos sem glúten, bem como o seu valor nutricional, no entanto, é essencial que os ingredientes usados sejam sem lactose ou com níveis muito baixos da mesma. Outra pesquisa cita a funcionalidade da caseína e proteínas do soro. Neste trabalho foi avaliada a melhoria da qualidade tecnológica e sensorial de bolos com a aplicação de soro de leite in natura e soro de leite concentrado e desidratado. Os resultados foram o aumento do teor protéico nos bolos, além do aumento do teor de cinzas. E, quanto à aceitação, os bolos com soro in natura foram melhores aceitos pelos provadores (ZAVARESE, MORAES e MELLADO, 2010).

2.6.2.3 Soja

A soja pertence à família de plantas *Fabaceae*, também conhecida como "leguminosas". Essa família é caracterizada como rica em proteínas (BELITZ E GROSCH, 1987). Além disso, as propriedades das isoflavonas da soja são destacadas em inúmeros estudos devido à sua funcionalidade e relação com a redução de riscos da osteoporose, de doenças cardiovascular, de oxidação de lipoproteínas (BOUNRS, 2002).

A farinha de soja, assim como outros produtos derivados do grão, tem sido utilizada para aumentar o teor de proteínas, bem como para melhorar as propriedades estruturais de produtos sem glúten. Por exemplo, Sanchez *et al.* (2002) verificaram que a inclusão de 0,5% de soja em uma formulação livre de glúten aumentou o volume de pães. Moore *et al.* (2004) também constataram que a soja tem um impacto positivo na qualidade de pão sem glúten (ou seja, a inclusão de soja aumentou a absorção de água e as propriedades nutricionais). No entanto, de acordo com a mais recente Diretiva da União Européia, a soja é listada como um ingrediente de alto potencial alergênico (FERNFINDEZ, RIVAS E BALLMER-WEBER, 2007), e, portanto, seu uso em produtos sem glúten deve ser cuidadosamente avaliado. Ronda *et al.* (2011) avaliaram o efeito do amido e proteína isolada de soja, na firmeza, elasticidade e volume de massas para bolos, e constataram que a presença de proteínas, aumentou os parâmetros avaliados e reduziu a densidade da massa.

2.6.2.4 Ovos

Os ovos não são apenas adicionados aos alimentos para aumentar seu valor nutricional, mas também para melhorar a cor, o sabor e para a emulsificação do produto (MINA, 2002). Nutricionalmente, os ovos são uma boa fonte de gordura, proteína, vitaminas e minerais, especialmente ferro. No entanto, os ovos contêm cerca de 240 mg de colesterol, o qual está presente na gema (ARENDETT *et al.*, 2008).

Nos produtos de confeitaria, principalmente quando assados, os ovos podem atribuir várias funções, como emulsificação e estabilização da gordura na massa (ARENDETT *et al.*, 2008).

Jonagh *et al.* (1968) mostraram que as proteínas, tais como albumina, são capazes de realizar a ligação dos grânulos do amido. Kato *et al.* (1990) sugerem que as proteínas do ovo podem formar massas com ampla viscoelasticidade e coesividade. Nos produtos de panificação Moore *et al.* (2004) declaram que a estrutura protéica do ovo pode formar redes de proteínas como a do glúten, observada com microscopia de varredura confocal com laser. Embora estudado por poucos grupos, os dados disponíveis sugerem que o ovo é um ingrediente importante na formulação de produtos sem glúten (ARENDR *et al.*, 2008).

O ovo influencia diretamente na aeração, sendo por isso, um ingrediente que geralmente constitui a formulação dos produtos de confeitaria, como bolos, brownies, muffins e outros produtos deste grupo. A estrutura do bolo é composta por grânulos de amido gelatinizados aprisionadas com a espuma formada pela proteína da clara de ovo. Uma vez que o papel principal da estruturação do produto não é do glúten, as proteínas presentes tanto nas farinhas substitutas à farinha de trigo, quanto no ovo são importantíssimas na formulação do produto (KIM e SHIN, 2014).

2.6.3 Hidrocolóides

Hidrocolóides são todos os polissacarídeos (do ponto de vista químico) gomas, carboximetilcelulose, amido e pectinas, ou proteínas como a gelatina, que são obtidos de plantas, algas marinhas e fontes microbianas, além das gomas derivadas de exsudados de plantas e biopolímeros produzidos por tratamento químico ou enzimático do amido ou da celulose (DICKINSON, 2003).

São substâncias altamente hidrofílicas que se dissolvem ou se dispersam em água aumentando a viscosidade do sistema. Alguns podem formar géis sob certas condições enquanto outros agem somente como espessantes (GLICKISMAN, 1982 apud IBAÑES; FERRERO, 2003). Cubero *et al.* (2002) afirmam que os hidrocolóides são amplamente utilizados como estabilizantes de emulsões, agentes de absorção de água, espessantes e gelificantes. Apresentam a vantagem de serem utilizados em pequenas concentrações e, em geral, não contribuem para o sabor, aroma ou valor nutricional dos alimentos que forem adicionados.

Na indústria alimentícia são usados em concentrações baixas, que variam de 0,5% a 5%, exercendo um papel importante no controle da textura e na estabilidade de muitos alimentos industrializados, através da prevenção ou redução de uma série de fenômenos físicos como a sedimentação de partículas sólidas suspensas no meio, a cristalização da água ou do açúcar, a agregação ou desagregação de partículas dispersas e a sinérese de sistemas gelificados (FREITAS *et al.*, 1996). Os polissacarídeos de origem vegetal são considerados o grupo mais diverso, entre eles a goma guar, goma de alfarroba, goma tara e a goma acácia. No entanto, embora em menor número, polissacarídeos microbianos têm sido amplamente usados industrialmente, é o caso da goma xantana, considerado um agente espessante muito eficaz, que interage sinergicamente com as galactomananas e com a goma guar (WILLIAMS, 2007), tendo, portanto, uma funcionalidade tecnológica muito vasta.

Essa diversidade de funcionalidade, conseqüentemente, afeta na escolha do hidrocolóide a ser utilizado, que segundo Philips e Williams (2000) é guiada pela característica desejável para o produto final, em paralelo com o fator custo e com a regularidade no fornecimento do produto.

Para a aplicação em alimentos, os hidrocolóides alimentares não existem como uma categoria regulamentada de direito próprio, atualmente a grande maioria é regulamentada como aditivos alimentares, com exceção da gelatina, que é definida como ingrediente (Williams, 2007). A EFSA (European Food Safety Authority) define aditivos alimentares como “substâncias adicionadas intencionalmente aos alimentos para melhorar determinadas funções tecnológicas, como a cor, sabor, textura e a conservação dos alimentos” (EFSA, 2012). Nesse caso, eles são adicionados aos alimentos com o intuito de conferir alguma característica sensorial ao produto, o que está amplamente ligada à textura do alimento.

Produtos isentos de glúten são o mais novo ramo, onde esses aditivos apresentam um papel muito importante. Hidrocolóides estão sendo usualmente adicionados em massas para melhorar as propriedades viscoelásticas, acrescentar estrutura, melhorar a aceitação mascarando o sabor residual e aumentar o “*shelf-life*” desses produtos (AHLBORN, *et al.*, 2005).

Para comprovar as alegações acima, algumas pesquisas de aplicação desses aditivos podem ser citadas. Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), carboximetilcelulose

(CMC), gomas de alfarroba, guar e xantana e alginato, entre outros, são usados, visando as melhorias das características viscoelásticas das massas isentas de glúten (ROSSELL, *et al.*, 2001, LAZARIDOU, *et al.*, 2007, SCIARINI, *et al.*, 2010, CROCKETT, *et al.*, 2011), onde são aplicadas sob concentrações que variam de 1 a 5% (base farinácea), (ROSELL *et al.*, 2001, GALLAGHER, *et al.*, 2004 TUBARI *et al.*, 2008; PREICHARDT *et al.*, 2011).

Koksel (2009) avaliou o efeito das gomas xantana e guar isoladas ou associadas em diferentes concentrações (0,3%, 0,6% e 1% m/m, base farinácea) na qualidade final do bolo isento de glúten à base de farinha de arroz. O estudo indicou que o maior valor de firmeza do miolo foi observado para o bolo com 1% (m/m) de goma guar e os valores mais baixos foram obtidos para as formulações contendo a mistura das gomas em proporções iguais (0,5%xantana+ 0,5%guar, base farinácea), assim como para a goma xantana em todas as concentrações. Ou seja, essas gomas, influenciaram totalmente as características de textura do produto, podendo sua concentração, tipo e combinação, acarretar em resultados completamente diferentes. Outro estudo, de Ozboy (2002) constatou que a massa de pão com farinha de arroz contendo HPMC apresentou propriedades reológicas semelhantes às aquelas com farinhas de trigo, comparando um produto sem glúten com um com glúten.

Uma área de grande interesse em termos práticos e de investigação é a interação sinérgica entre dois hidrocolóides. As misturas de hidrocolóides são comumente utilizadas para conferir novas e melhores características reológicas aos produtos de panificação isentos de glúten com o aumento da viscosidade e a melhoria da capacidade de retenção de CO₂ das massas, resultando em produtos com maior volume e miolos menos compactos, além de possibilitar a redução das quantidades utilizadas, diminuindo os custos (TUBARI, *et al.*, 2008). Em um estudo realizado por Ozboy (2002), cinco diferentes gomas e misturas de gomas foram adicionadas na formulação de pão com amido de milho, sendo elas: mistura de goma xantana e guar, goma carragena, mistura de carragena e guar, mistura de carragena e xantana e goma locusta. O melhor resultado foi com a mistura de goma xantana e carragena, apresentado essa formulação o pão mais macio. Nessa mesma linha de sinergismo, bolos de arroz foram preparados com diferentes gomas, com ou sem uma mistura de emulsificante (goma xantana, goma guar, alfarroba, goma de feijão, k-carragenina, HPMC, mistura de xantana e goma guar, com uma

mistura de emulsificante (Purawave™). Os resultados demonstraram que a goma xantana e o blend (xantana e guar) ocasionaram a viscosidade mais alta. Já a massa de bolo com HPMC apresentou os menores valores de viscosidade aparente. A mistura de emulsificante com as gomas mostrou-se ser significativa, afetando a viscosidade aparente dos produtos em estudo. A adição de gomas e emulsificantes aumentou a estabilidade da emulsão, exceto quando se utilizou a goma HPMC.

2.6.3.1 Goma Xantana

A goma xantana é um polissacárido extracelular secretado pela bactéria *Xanthomonas campestris* na superfície da parede celular durante o seu ciclo de vida normal. Comercialmente, a goma xantana é produzida via fermentação aeróbica. Em termos químicos, seu funcionamento como aditivo resulta do poder de suas moléculas em solução formarem agregados através de ligações de hidrogênio e entrelaçamento de polímeros, formando uma rede. Esta rede entrelaçada é altamente ordenada e rígida e, na prática, esse comportamento explica a excelente propriedade de suspensão das soluções de goma xantana (PHILLIPS E WILLIAMS, 2000; ROCHEFORT E MIDDLEMAN, 1987).

O seu uso em alimentos só foi aprovado pelo FDA (Food and Drug Administration) em 1969 (MORRIS, 1990). É um aditivo alimentar identificado como INS 415 ou E-415, podendo ser utilizado como espessante, estabilizante, emulsionante e espumante (FAO/WHO, 2012). Desde sua introdução no início de 1970, tornou-se o espessante de escolha em várias aplicações apesar do seu alto preço em comparação ao amido. Isto porque a goma apresenta um comportamento reológico único. Phillips e Williams (2000) afirmam que este aditivo tem como principal vantagem a estabilidade em condições adversas, como ampla faixa de pH e temperatura. Além disso, tem alta viscosidade em baixas concentrações, sendo compatível com muitos sais e ácidos presentes em alimentos.

Sanderson (1992) descreveu as principais propriedades da goma xantana:

- Alta viscosidade em baixas taxas de deformação;
- Capacidade reofluidificante;
- Viscosidade estável em uma ampla faixa de pH e temperatura;
- Manutenção da viscosidade na presença de sais;

- Resistência à degradação enzimática;
- Aumento sinérgico da viscosidade com a goma guar.

A sua aplicação em produtos industriais é ampla, devido à sua estabilidade com ácidos e sais, eficácia em baixas concentrações e reologia reofluidificante, a goma xantana é um dos hidrocolóides mais amplamente utilizados para molhos para saladas. Os molhos com adição de xantana têm uma excelente estabilidade a longo prazo e uma viscosidade relativamente constante numa ampla faixa de temperatura, sendo o nível de utilização tipicamente entre 0,2-0,4% (PHILLIPS E WILLIAMS, 2000). Já seu uso em massas reduz a sedimentação da farinha, aumenta a retenção de gás, da estabilidade e permite um revestimento uniforme e uma maior aderência (PHILLIPS E WILLIAMS, 2000). Os mesmos autores afirmam que o uso da xantana na panificação contribui para aumentar a suavidade, retenção e incorporação do ar (volume) em massas de bolos e misturas de pão, melhora a textura, o volume e a retenção da umidade dos produtos em geral, e, em particular, do pão isento de glúten. Guarda et al. (2004) afirmaram que a adição de goma xantana melhorou as características sensoriais de bolos sem glúten formulados com farinha de arroz e milho, resultando no retardamento do envelhecimento, na menor formação de migalhas e na maior sensação de umidade ao paladar.

2.6.3.2 Goma Guar

A goma guar, é obtida do endosperma das sementes da planta guar *Cyamopsis tetragonoloba*. Aproximadamente 85% da goma é formada por um polissacarídeo solúvel em água, cuja estrutura consiste, em geral, em galactomananas, com cadeias lineares de D-manose ligadas entre si por ligações glicosídicas β (1 \rightarrow 4) às quais estão ligadas a unidades de D-galactose por ligações glicosídicas α -(1 \rightarrow 6) (CHAWLA e PATIL, 2011). Os resíduos de galactose dificultam a aproximação das cadeias e impedem uma coesão forte, permitindo assim que a água penetre entre elas e hidrate a goma. Como consequência de sua elevada afinidade com a água, a goma guar proporciona uma altíssima viscosidade em sistemas aquosos ou láticos, inclusive em doses baixas, apresentando um comportamento reofluidificante (CUBERO et al., 2002).

A goma guar, INS 412 ou E-412, também referida como farinha de guar ou goma Cyamopsis, é comumente utilizada nos alimentos como emulsificante, estabilizante e espessante (FAO/WHO, 2012), apresentando de 5 a 8 vezes o poder espessante do amido e tendo a vantagem de ser estável em uma faixa ampla de pH (entre 3-11). Além disso, a sua estabilidade aos efeitos mecânicos do processamento, solubilidade em baixas temperaturas e resistência a ciclos de congelamento e descongelamento são outras características que lhe conferem uma alta aplicação.

A desvantagem de sua aplicação é o “*off-flavor*”, ou seja, o sabor residual que confere aos produtos e a sua instabilidade quando aquecida (PHILLIPS e WILLIAMS, 2000; CUBERO, *et al.*, 2002; CHAWLA e PATIL, 2011).

Pesquisas com a adição de goma guar na área de panificação e confeitaria demonstram que, bolos contendo 2% de goma guar apresentaram consistência excessiva. Também apresentaram baixo volume específico e textura quebradiça. (GUALARTE *et al.* 2012). Gomez *et al.* (2007) demonstraram que a goma guar, como outros hidrocolóides, podem melhorar o volume dos bolos, quando são adicionados em níveis menores que 1%, sem comprometer a viscosidade da massa.

3 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é a elaboração de um brownie de chocolate isento de glúten, através da avaliação da substituição da farinha de trigo pelas farinhas de arroz e de trigo sarraceno mediante análise sensorial, de textura e centesimal.

4 ARTIGO

“Elaboração de Brownie de Chocolate Isento de Glúten com a utilização de Farinha de Arroz e Farinha de Trigo Sarraceno”

Elaboração de Brownie de Chocolate Isento de Glúten com a utilização de Farinha de Arroz e Farinha de Trigo Sarraceno

Aline Simon¹ Roberta Cruz Silveira Thys² Simone Hickmann Flores²

RESUMO

Nos últimos anos, o desenvolvimento de produtos isentos de glúten vem aumentando fortemente, o que se deve, principalmente, a maior procura dos consumidores, tanto celíacos, quanto não celíacos, por uma alimentação sem glúten. A incorporação de amidos, hidrocolóides e fontes protéicas nesses produtos, buscando a realização do papel do glúten na estrutura do produto são a alternativa escolhida na elaboração de tais produtos. Com isso, o presente estudo realizou a elaboração de um brownie de chocolate sem glúten através do estudo de quatro formulações que variaram quanto aos teores de farinha de arroz (de 60% a 70%), farinha de trigo sarraceno (de 30% a 40%) e goma xantana (de 0,2% a 0,4%). As formulações foram avaliadas frente a análises de textura, avaliando a firmeza e análise sensorial, através dos atributos, aparência, cor, aroma, textura, sabor, sabor residual e aceitação global. Foi também verificada a intenção de compra dos produtos e para a formulação escolhida sensorialmente, análises de umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos, fibras e cinzas foram realizadas. Os resultados obtidos demonstraram que a formulação com maior índice de aceitação na análise sensorial foi a FT4 cuja composição foi de 60% farinha de arroz, 40% trigo sarraceno e 0,2% goma xantana, apesar de todas as formulações apresentarem índice de aceitação (IA) superiores a 70%. A FT4 também apresentou para o quesito firmeza 9,24 N, o maior valor de firmeza quando comparada as outras três, mostrando a preferência do consumidor por um produto cremoso, mas não em excesso.

Palavras-Chave: Glúten. Trigo Sarraceno. Farinha de Arroz. Brownie. Goma Xantana.

¹ Acadêmica ICTA/UFRGS ² Profª Drª ICTA/UFRGS

ABSTRACT

The development of products that do not contain gluten is growing due to consumer demand for products having pleasant flavor and that are not only gluten-free. The incorporation of starches, hydrocolloids and protein sources in these products, trying to perform the role of gluten in the product structure is the chosen alternative in the preparation of such products. Thus, the present study had tested four different formulations to prepare a gluten-free chocolate brownie with varying formulations for concentration of rice flour (60 % to 70 %) , buckwheat flour (30 % to 40 %) and xanthan gum (0,2 % to 0,4 %). These formulations tests were evaluated for texture, assessing the firmness and sensory analysis, through attributes, appearance, color, aroma, texture, flavor, aftertaste and overall acceptability. It was also verified the intention of buying the product. The results show that the formulation with increased acceptance in sensory analysis was FT4 (81% of global acceptance) with composition of 60% rice flour, buckwheat 40% xanthan gum and 0.2%, although all formulations presented acceptance index (AI) greater than 70%. The FT4 also showed a higher value for the firmness 9,24 N, the highest value when compared to the others three formulations, showing the preference of the consumer for a creamy product, but not in excess.

Key-Words: Gluten. Buckwheat. Rice Flour. Brownie. Xantan Gum.

INTRODUÇÃO

O glúten corresponde à fração protéica de alguns cereais como, o trigo, centeio, cevada e aveia (WIESER, 2007). Essa proteína pode causar intolerância em determinadas pessoas, e por isso, está sendo substituído em alguns produtos já convencionais da dieta humana, como pães, bolos, biscoitos, massas, entre outros, de forma a suprir a alimentação destes ou daqueles que escolhem uma dieta isenta em glúten (GALLACHER, *et al.*, 2004).

Quando uma pessoa celíaca é diagnosticada ela deve evitar a ingestão de alimentos que contenham glúten, para manter seu bem-estar e saúde. Pesquisas apontam que a doença celíaca (DC) já apresenta prevalência de 1:100 a 1:200 na população mundial (SCHUPPAN, JUNKER e BARISANI, 2009). No Brasil, foram encontrados valores de 1:214 a 1:681, dependendo do estado e da região pesquisada (GANDOLFI *et al.*, 2000). Como os índices de celíacos são consideráveis e ,atualmente, há um direcionamento para a ingestão de produtos sem glúten, mesmo por aqueles que não apresentam a doença, a comercialização de produtos isentos de glúten cresce cerca de 28% ao ano (GLOVER, 2009).

A ausência de glúten em produtos de panificação e confeitaria resulta em massas com textura quebradiça, pobres em cor, e sensorialmente bastante diferentes das massas que contém a proteína. Rotsch (1954) concluiu que as massas só podem ter as mesmas características de retenção de ar, por exemplo, se outro componente formador de gel substituir o glúten. A remoção de glúten resulta em grandes problemas para a tecnologia dos produtos e, atualmente, muitos produtos sem glúten disponíveis no mercado apresentam baixa qualidade, com paladar e sabor fracos. O perfil nutricional dos alimentos sem glúten também pode ser um desafio, já que muitas vezes as formulações são baseadas em amidos puros, ou apenas em farinhas fracas (RAMOS *et al.*, 2012).

O desenvolvimento de alimentos com farinhas de cereais que não contenham glúten (farinhas de arroz, milho, soja...), e envolvendo a incorporação de amidos, hidrocolóides e proteínas de forma a reproduzir as propriedades viscoelásticas do glúten, estão aparecendo nas mais recentes pesquisas (KOKSEL, 2009). Acompanhando essa tendência o presente estudo se propõe a elaborar um brownie

de chocolate sem glúten, e avaliar o produto, através de análises de textura (firmeza), análise sensorial e físico-química.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Os ingredientes utilizados para elaboração do brownie de chocolate sem glúten foram adquiridos em pontos de venda ou diretamente com fornecedores, ou distribuidores dos mesmos. A farinha de arroz foi doada pela Cooperativa de Arroz Extremo Sul, Camaquã (RS). A farinha de Trigo Sarraceno (EKOSUL) foi adquirida em loja de produtos naturais de Porto Alegre (RS). A goma Xantana (Hexus) foi recebida sob forma de doação.

MÉTODOS

TESTES PRELIMINARES

Os testes preliminares, assim como as formulações teste foram desenvolvidos em uma empresa de confeitaria e panificação, localizada na cidade de Porto Alegre (RS).

Com o intuito de iniciar o desenvolvimento do brownie sem glúten, primeiramente foram feitas algumas formulações para serem avaliadas por pessoas que estavam familiarizadas com o produto original (com glúten), com intuito de coletar opiniões e elaborar as formulações preliminares, posteriormente analisadas por atributos físico-químicos e sensoriais estipulados. A Tabela 3 apresenta as variações dos ingredientes presentes nas formulações preliminares (FP), sendo que o restante dos ingredientes (dados com publicação não autorizada pela empresa) foi mantido em proporções iguais.

Tabela 3 - Formulações Preliminares

INGREDIENTES	FP1	FP2	FP3	FP4	FP5	FP6	FP7
Farinha de Arroz	50 %	70%	70 %	70 %	70%	60%	70 %
Farinha de trigo	50 %	30%	30%	30 %	-	30%	30 %
Sarraceno							
Amido de Milho					30 %	10%	
Goma Xantana	-	-	-	-	-	-	0,5 %
Cacau 100%	33 %	20 %	35 %	25 %			35 %
Cacau 50%	-	-	-	25 %	-	-	-

Fonte: o autor

Após o preparo de cada formulação, o produto foi provado por 10 pessoas que tinham conhecimento das características do produto padrão (com glúten) e avaliado sensorialmente sendo que estas informações foram utilizadas para futuras ações corretivas nas novas formulações. A FP1 apresentou gosto residual de trigo sarraceno intenso e aspecto muito seco. A FP2 apresentou-se menos seca (com mais umidade), porém, foi constatado que o cacau poderia ser mais intenso, neste sentido foi desenvolvida a FP3, que apresentou melhor aceitação, e a FP4 para tentar evidenciar mais o sabor doce do produto.

Em seguida foram feitas formulações com a adição de amido de milho (F5 e F6), para auxiliar na retenção de água, logo, na umidade do produto. Sensorialmente os produtos gerados a partir da adição de amido não foram interessantes ao paladar, devido a extrema firmeza, com isso, a utilização de amido na formulação foi descartada, além disso, constatou-se que pode ter ocorrido excesso de amido na formulação, já que a farinha de arroz apresenta alto teor de amido de arroz em sua composição, não sendo necessária a adição de outro tipo de amido, com a mesma função.

Após esses testes, constatou-se que a FP3 na questão de textura e sabor foi a melhor, mas o produto ainda apresentava textura quebradiça. Por isso, testou-se a aplicação de goma xantana, para ação espessante, e auxiliar na textura do produto, melhorando as características sensoriais. Com isso, foi elaborada a formulação FP7 e, constatou-se que a massa ficou excessivamente gomosa (com 0,5% de goma/100g de farinha). A partir dessas formulações e resultados preliminares, foi possível delinear e definir as quatro formulações para o desenvolvimento do produto.

FORMULAÇÕES TESTES

A partir das formulações preliminares, como forma prévia de testar ingredientes, aditivos e suas proporções, foi possível desenvolver quatro formulações fixas, chamadas de formulações teste, calculadas em base a quantidade total de farinhas de arroz e trigo sarraceno (100%). As formulações variaram nas quantidades de farinha de arroz (60 ou 70%), trigo sarraceno (30 ou 40%) e goma xantana (0,2 ou 0,4%), como pode ser visualizado pela Tabela 4.

Tabela 4 - Formulações testes de brownie de chocolate isento de glúten.

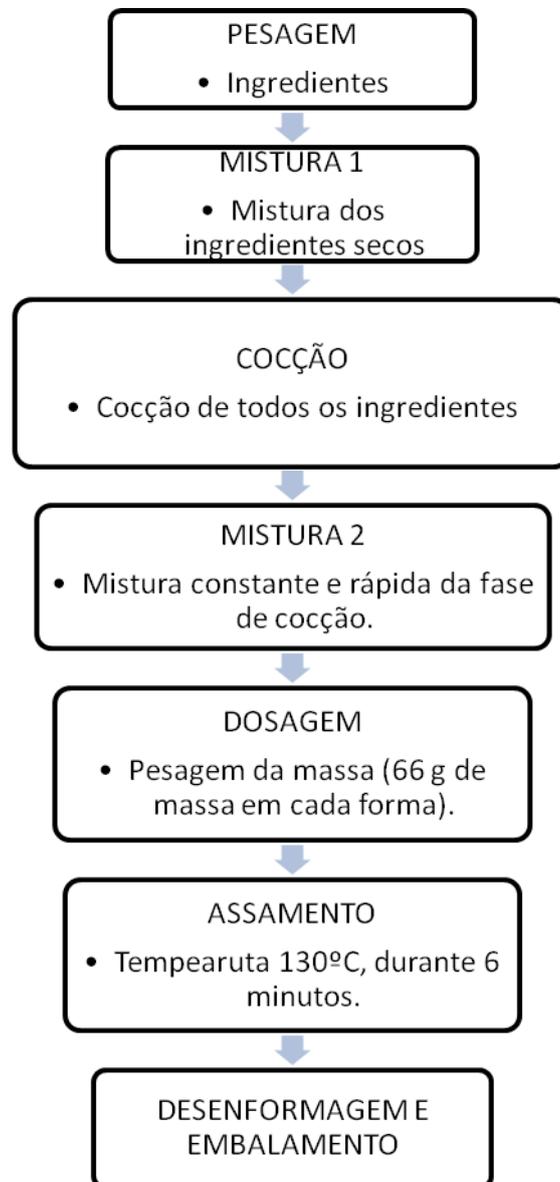
INGREDIENTES	FT1	FT2	FT3	FT4
Farinha de Arroz	70 %	70%	60 %	60 %
Farinha de trigo	30 %	30%	40 %	40 %
Sarraceno				
Goma Xantana	0,4 %	0,2 %	0,4 %	0,2 %
Cacau 100%	30 %	30 %	30 %	30 %

Fonte: o autor.

Com as formulações definidas foi realizado o preparo do produto para a realização das análises sensoriais e de textura (firmeza) e após, com a formulação escolhida foi feita a composição centesimal do produto final.

Foram preparados no total 82 brownies de chocolate, onde 60 foram usados para análise sensorial, 12 para análise de textura e 10 para análise físico-química. O processo ocorreu conforme o fluxograma apresentado pela Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma do processo de preparo de brownies de chocolate isentos de glúten.



No processo foram utilizados utensílios comuns de cozinha, balança digital (URANO, Modelo Plus z), Forno Turbo (Limie, modelo Turbo Convenient). Os brownies foram assados em formas de silicone, embalados em filme plástico esticável de PVC, e armazenados por 24 horas em temperatura ambiente, até análise.

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial aconteceu no Instituto de Ciências e Tecnologia dos Alimentos (ICTA/UFRGS) no Laboratório de Análise Sensorial. Os brownies elaborados foram avaliados por um painel de 50 provadores de ambos os sexos, sendo 13 homens e 37 mulheres, de idade entre 18 e 60 anos, não treinados e não celíacos. O preparo ocorreu um dia antes, e no dia da análise sensorial os brownies foram servidos codificados em pratos brancos, em temperatura ambiente, acompanhados de ficha de escala hedônica verbal de 9 pontos variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) para os atributos cor, aparência, textura, odor, sabor, sabor residual e aceitação global, com a descrição simplificada do produto “brownie de chocolate (cremoso) sem glúten”. Os provadores também foram questionados sobre a intenção de compra do produto sem glúten (ficha no apêndice 1).

O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado segundo a expressão:

$$IA (\%) = A \times 100/B$$

Onde A representa a nota média obtida para o produto, e B é a nota máxima da escala utilizada. Para que o produto seja considerado aceito quanto seus atributos sensoriais é necessário que seu índice de aceitabilidade seja igual ou superior a 70% e sua nota seja superior a 6,3 (TEIXEIRA *et al.*, 1987).

ANÁLISE DE TEXTURA

Para a análise de textura foi utilizado o texturômetro, TA.XTplus (Stable Micro Systems, Surrey, UK), equipado com probe cilíndrico de compressão (35 mm de diâmetro) onde analisou-se o parâmetro de firmeza dos quatro produtos testes. Szczesniak (2002) define firmeza como a força necessária para atingir uma dada deformação.

A metodologia foi baseada na Association of Cereal Chemists, AACC 74.09 (1983), que mensura a firmeza de pães, sendo que a própria AACC International, afirma que o método pode ser utilizado em produtos similares de panificação e confeitaria, como bolos. A firmeza é definida neste método como a força (em

gramas, quilogramas ou Newtons) necessária para comprimir o produto por uma distância pré-ajustada. Foi utilizado 25% de compressão em uma espessura de 20 mm, por exemplo (AACC, 1983). Uma compressão de 25% de uma amostra de 20 milímetros de espessura é igual a 4 milímetros de distância de compressão a partir do topo da amostra.

ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Bromatologia e Análises Físico Químicas do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA/UFRGS).

A composição centesimal do produto foi realizada segundo as normas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), mediante seguintes procedimentos: umidade, em estufa (105°C) até peso constante; e cinzas, por incineração em mufla, 550°C. A determinação das proteínas foi realizada conforme Kjeldahl, com base na determinação de nitrogênio total, considerando o fator de conversão de nitrogênio de 6,25 e a análise de lipídios, por extração direta em Soxhlet. A análise de fibras foi realizada por método de Fibra Alimentar Total (Método Enzimático-Gravimétrico). Já para carboidratos foi efetuado o cálculo por diferença entre 100 g do alimento e a soma total dos valores encontrados para umidade, lipídeos, proteínas, cinzas e fibra alimentar. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises físico-químicas e de firmeza foram avaliados estatisticamente pelo programa Microsoft Office Excel 2013, através de Análise de Variância (ANOVA), com fator único sem repetição. Os resultados da análise sensorial foram avaliados através de ANOVA com fator duplo sem repetição. Para obter a diferença de médias, foi utilizado o Teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE DE TEXTURA (FIRMEZA)

Os resultados da análise de textura são apresentados pela Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados da Propriedade de Firmeza do Brownie de Chocolate sem Glúten (média e desvio padrão).

Amostras*				
	FT1	FT2	FT3	FT4
Firmeza				
(N)	8,31 ± 1,84 ^b	8,04 ± 3,85 ^c	8,39 ± 2,23 ^b	9,24 ± 2,23 ^a

Fonte: o autor.

* FT1 - 70% de farinha de arroz, 30% de farinha de trigo sarraceno e 0,4 % de goma xantana; FT2 - 70% de farinha de arroz, 30% de farinha de trigo sarraceno e 0,2 % de goma xantana; FT3 - 60% de farinha de arroz, 40% de farinha de trigo sarraceno e 0,4 % de goma xantana; FT4 - 60% de farinha de arroz, 40% de farinha de trigo sarraceno e 0,2 % de goma xantana.

Estatisticamente as amostras variaram significativamente ($p < 0,05$) em relação à firmeza do produto, resultado este que aponta que tais modificações nas concentrações de farinha de arroz (70% para 60%), farinha de trigo sarraceno (30% para 40%) e a concentração de goma (0,2% para 0,4%), ocasionaram diferenças perceptíveis no quesito da firmeza do brownie sem glúten. Conforme Foegeding (2006) e Luck e Davis (2006) a elevação da temperatura de forneamento, a desnaturação protéica e a gelatinização do amido são fatores que alteram a firmeza e provocam colapso em sua estrutura. Möller (2012), na formulação de cucas de frutas sem glúten, avaliou separadamente cada ingrediente na textura do produto, verificando que a firmeza não foi afetada pela presença de farinha de arroz, sendo que apenas, o amido pré-gelatinizado e a fécula de mandioca contribuíram para diferenças significativas ($p < 0,05$) na formulação das cucas. Este fato pode mostrar que a alteração da textura obtida pelo presente estudo pode ter sido gerada pela combinação da farinha de trigo sarraceno, por ser esta uma fonte de proteína

considerável, com a goma xantana, que tem papel fundamental na textura do produto (PHILLIPS E WILLIAMS, 2000; ROCHEFORT E MIDDLEMAN, 1987).

A formulação FT4 foi aquela com maior valor de firmeza ($p < 0,05$), o que era esperado, visto que a FT4 continha maior concentração de trigo sarraceno e menor concentração de goma xantana. A formulação FT1 (70% farinha de arroz, 30 % farinha de trigo sarraceno e 0,4 % de goma xantana) não diferiu da formulação FT3 (60%, 40% e 0,4 % de goma), mostrando que nesta análise de textura o que mais influenciou foi a quantidade de goma. A FT2 obteve o menor valor de firmeza (N), o que pode estar relacionado com a maior concentração de farinha de arroz, visto que, segundo Caruso (2012), um menor teor de proteína pode estar relacionado com a menor firmeza, já que é o teor protéico o responsável pela estrutura do produto.

Caruso (2012) na preparação de bolos sem glúten, com farinha de soja (fonte protéica) e farinha de arroz, encontrou valores para a firmeza dos bolos, que variam de 9,9 a 17,7 N, para cinco formulações que alteravam a concentração dessas farinhas e todas continham goma xantana na sua composição. Os valores encontrados nesta pesquisa são semelhantes ao menor valor encontrado por Caruso (2012), como era esperado e, sendo ainda menores, confirmam a característica do produto de ser mais cremoso, quando comparado a um bolo tradicional. Além disso, para uma formulação de um bolo tradicional (contendo farinha de trigo) Caruso (2012) encontrou 10,4 N para a firmeza do produto, este também mostrando ser mais firme que o produto aqui testado. O mesmo autor afirma que para formulações livres em glúten é de se esperar que os valores para firmeza sejam menores, devido à ausência da proteína formadora desta estrutura na massa. Gulart et al (2012) também encontrou valores semelhantes para a formulações de “pães-de-ló” (layer cakes) sem glúten, com adição de aveia e goma guar, o valor foi de 10,3 N.

ANÁLISE SENSORIAL

A Tabela 6 apresenta o resultado da análise sensorial das quatro formulações teste (FT1, FT2, FT3, FT4) do brownie de chocolate sem glúten. Através dos resultados pode-se verificar que os atributos sensoriais analisados que obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) foram: aparência, cor, sabor residual e aceitação global.

Tabela 6. Escores médios dos atributos sensoriais das diferentes formulações de brownie de chocolate sem glúten (média e desvio padrão).

Atributos sensoriais avaliados	Amostras			
	FT1	FT2	FT3	FT4
Aparência	7,42 ± 1,28 ^c	7,66 ± 1,24 ^{bc}	7,90 ± 1,02 ^{ac}	8,18 ± 0,72 ^a
Cor	7,36 ± 1,19 ^b	7,78 ± 1,13 ^{ab}	7,98 ± 0,91 ^a	8,17 ± 0,77 ^a
Aroma	7,16 ± 1,36 ^b	7,60 ± 1,23 ^{ab}	7,74 ± 1,31 ^a	7,88 ± 1,26 ^a
Textura	7,34 ± 1,27 ^a	7,60 ± 1,59 ^a	7,60 ± 1,52 ^a	7,90 ± 1,14 ^a
Sabor	7,58 ± 1,40 ^a	7,72 ± 1,44 ^a	7,60 ± 1,55 ^a	8,12 ± 1,10 ^a
Sabor residual	6,96 ± 1,77 ^b	7,32 ± 1,58 ^{ab}	7,32 ± 1,62 ^a	7,80 ± 1,34 ^a
Aceitação Global	7,42 ± 1,21 ^b	7,76 ± 1,27 ^{ab}	7,60 ± 1,44 ^a	8,06 ± 0,98 ^a

Fonte: o autor.

* Letras minúsculas iguais na mesma linha significa que não houve diferença significativa nos tratamentos entre as médias ao nível de 5%.

**Notas: 1:desgostei muitíssimo, 2:desgostei muito, 3: desgostei moderadamente, 4:desgostei ligeiramente, 5: não gostei nem desgostei, 6: gostei ligeiramente, 7: gostei moderadamente, 8: gostei muito, 9: gostei muitíssimo.

Em relação a “aparência” do produto sem glúten, as notas atribuídas para as formulações FT1, FT2, FT3 e FT4 foram, 7,42, 7,66, 7,90, 8,18 (equivalente a, gostei moderadamente e gostei muito). Mesmo as formulações que apresentaram as menores médias atingiram o nível mínimo de aceitação (IA: 70%). Teixeira (1987) afirma que para um produto ser considerado aceito pelos provadores deve ter índice de aceitabilidade maior ou igual a 70%, sendo assim, todos os produtos elaborados foram considerados aceitos pelos provadores. Com a redução da farinha de arroz na formulação e o aumento da farinha de trigo sarraceno, foi possível observar a diferença entre as médias, já que FT1 e FT4 diferem significativamente com 95% de confiança. Logo, a inserção de farinha de trigo sarraceno em maior quantidade foi mais bem aceita pelos provadores. Möller (2012) encontrou resultados semelhantes para aparência de cuca sem glúten, utilizando como substituto farinha de trigo sarraceno e farinhas de frutas, com média de 7,5.

Quanto à cor, as formulações FT2, FT3 e FT4 não diferiram significativamente ($p > 0,05$), mostrando que a concentração das farinhas e da goma xantana não influenciou neste atributo. Todas as notas para o atributo cor apresentaram índice de aceitação maior que 80%, sendo consideradas aceitas pelos provadores. A cor e a

aparência são os fatores mais importantes na decisão de compra do consumidor, já que o aspecto visual fornece as primeiras decisões sobre a qualidade do alimento, influenciando nos estímulos para os outros atributos sensoriais e conseqüentemente para a preferência (DUTCOSKY, 1995). Möller (2012) quando avaliou cuca sem glúten quanto a cor, não encontrou diferença significativa nas amostras que utilizavam farinha de trigo sarraceno. Nos brownies sem glúten a cor não pode ser considerada um atributo decisivo para a escolha da formulação, porém, é importante ressaltar que para todos os testes tiveram notas que variavam de gostei moderadamente a gostei muito.

Novamente, as formulações FT2, FT3 e FT4, obtiveram as maiores médias nas notas para o atributo aroma (7,60, 7,74 e 7,88 respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si. O índice de aceitação para este atributo ficou em 79,5% para FT1, 84% para FT2, 86% para FT3 e 87,5 % para FT4. Como o odor mais característico do produto é sentido através do cacau, e nestes testes a proporção de cacau não foi alterada, pode-se observar como o aroma do cacau influenciou em um resultado positivo para a aceitação do produto, sendo sempre os IA maiores que 70%.

Para o atributo textura pela análise de variância não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em nenhum das quatro formulações testadas, mesmo com a variação da proporção de farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno e da concentração da goma xantana, os provadores não notaram diferença significativa na textura dos produtos, quando essas proporção são de 70:30 ou 60:40 para farinha de arroz e trigo sarraceno (g/100g) e de 0,2:0,4 para goma xantana em 100 g de farinhas. Quanto a este atributo as quatro formulações obtiveram índices maiores que o mínimo (70%). Em relação a concentração das farinhas, como a mudança de proporção não foi tão grande, este resultado era esperado. Ramos *et al.*, (2012), também não encontrou diferença significativa na textura de bolos preparados com farinha de arroz, variando de 19,68 a 25,32 g/100g, quando avaliados em análise sensorial. Esses bolos tinham percentual de goma xantana igual a 0,3%, porém esta não foi variada como nas formulações de brownie de chocolate. Kim e Shin (2014) encontraram diferença significativa para a textura de cupcakes preparados com farinha de arroz, entretanto, neste estudo ocorreu a variação do tamanho do grânulo da farinha e não da concentração de farinha de arroz no produto.

O sabor também não apresentou diferença significativa dentre as quatro formulações teste, porém o sabor residual apresentou diferença significativa entre a formulação FT1 e FT4, sendo estas as formulações que diferem na concentração das farinhas substitutas e na concentração da goma utilizada. A formulação FT1 apresentou média de 6,96 e FT4, média de 7,80, porém tanto para o atributo sabor quanto para o atributo sabor residual, as formulações apresentaram IA superiores ao necessário, com médias sempre maiores que 6,3. Ramos et.al. (2012) quando avaliaram o sabor das formulações de cupcakes com farinha de arroz não obtiveram diferença significativa ($p>0,05$), utilizando a mesma análise estatística deste estudo. Além disso, o índice de aceitação para o sabor residual apresentou valores elevados, pois, mesmo o trigo sarraceno tendo um sabor residual intensificado este foi mascarado pelo cacau natural, que foi utilizado nas formulações, deixando uma sensação residual imperceptível ao paladar humano.

Por último foi avaliada a aceitação global dos diferentes produtos. Neste caso ocorreu diferença significativa entre as amostras FT1 e FT4, sendo que, a FT4 não diferiu de FT3 e FT2, com confiança de 95%, apresentando essas três formulações mais de 86% de índice de aceitação. Quando pré-misturas para bolos sem glúten elaborados por Ramos et al. (2012) foram analisadas sensorialmente, também, todas as amostras obtiveram IA maior que 70%, e estes autores atribuíram isto a tendência atual dos consumidores na busca por produtos como integrais ou sem glúten.

O resultado da aceitação global confirma o que foi concluído em todos os outros atributos, isto é, a amostra FT4 foi a que obteve o maior índice de aceitação, porém muitas vezes não diferindo significativamente das outras formulações. Ainda, todas as médias ficaram acima do mínimo de aceitação indicado (nota igual ou maior que 6,3 ou IA igual ou maior que 70%) e para todos os atributos os produtos obtiveram nota máxima (gostei muitíssimo). Somado a esses resultados positivos tem-se o resultado da intenção de compra, onde 96% dos provadores demonstraram interesse de compra por alguma das 4 formulações. Ainda, 80% dos provadores que responderam sim, quando perguntados se comprariam algum dos produtos, responderam que comprariam a amostra FT4. Caruso (2012) avaliou a intenção de compra de bolos sem glúten e obteve 84% de intenção de compra, utilizando farinha de arroz e farinha de soja na formulação, produto também elaborado por uma fonte amilácea em conjunto com outra protéica.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Após os resultados da análise sensorial, onde a formulação FT2, FT3 e FT4 foram iguais, estatisticamente, nos atributos, cor, aroma, textura, sabor, sabor residual e aceitação global, a escolha da formulação para ser usada nas análises físico-químicas, foi determinada por aquela formulação com maiores médias, neste quesito a FT4 manteve-se sempre à frente, e, mesmo tendo a firmeza mais alta, apresentou textura bastante cremosa. Além disso, a FT4 apresenta menor concentração de goma xantana, o que afeta os custos do produto final, diminuindo-os. Foi também a formulação com maior intenção de compra e, na questão tecnológica essa formulação resultou em uma massa com textura mais fácil de ser manipulada, para o preparo do produto.

Realizadas as análises físico-químicas para a FT4 (60% farinha de arroz, 40% farinha de trigo sarraceno e 0,2% de goma xantana), os resultados podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 6 - Parâmetros Físico-Químicos analisados para a formulação teste FT4.

Parâmetros Químicos Avaliados (%)	FT4 (B.U)
Umidade	23,30 ± 0,23
Proteínas	6,37 ± 0,24
Lipídeos	20,26 ± 3,22
Cinzas	1,19 ± 0,05
Fibra Alimentar	6,06 ± 1,84
Carboidratos*	42,83

Fonte: o Autor.

*Cálculo por diferença de 100 g pela soma total dos outros componentes (proteínas, lipídeos, fibras e umidade).

** FT4 – 60% de farinha de arroz, 40% de farinha de trigo sarraceno e 0,2% de goma xantana.

Na formulação FT4, em estudo, o conteúdo de farinha de arroz foi de 60% e o de farinha de trigo sarraceno de 40 %, o teor de umidade ficou um pouco maior do

que o encontrado para bolo de chocolate padrão (com farinha de trigo) (TACO, 2011), cuja umidade é de 19,3 g (TACO, 2011). Este resultado era esperado já que o produto desenvolvido é aparentemente mais úmido do que os bolos comuns. O teor de cinzas apresentou resultados similares aos bolos padrões (1,3 g de cinzas) (TACO, 2011), estes, essencialmente, são produtos à base de farinha de trigo, açúcar, ovos inteiros, e outros líquidos, onde gorduras podem ser adicionadas (RAMOS *et al.*, 2012).

Segundo esta tabela (TACO, 2011) o bolo de chocolate com glúten possui 6,2 g de proteínas, 18,5 g de lipídios, 54,7 g de carboidratos e 1,4 g de fibras. Quando compara-se os valores com os encontrados para a formulação FT4, observa-se que apenas o valor de fibras apresentou bastante diferença. Essa diferença pode ser atribuídas à substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz e trigo sarraceno, além da proporção de outros ingredientes utilizados, que foram superiores ou inferiores aquelas usadas usualmente em bolos.

O teor de proteínas encontrado (6,37%) pode ser atribuído aos teores de farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno, visto que de acordo com Ekosul Produtos Naturais (fornecedora da farinha de trigo sarraceno), o teor de proteína da farinha de trigo sarraceno utilizada nesta formulação é de 7,4%. Como há outras fontes de proteínas na formulação, o resultado mostrou-se dentro do esperado. Maurício *et al.* (2012) encontrou valores muito inferiores para proteína de bolos sem glúten elaborados com farinha de arroz, fécula de batata e amido de milho, mostrando a importância da farinha de trigo sarraceno como fonte protéica na composição nutricional do produto. Misturas para brownies de chocolate encontradas no mercado apresentam valores de proteínas semelhantes, pois possuem em sua composição farinha de arroz e fontes protéicas da soja, com valores para proteínas de aproximadamente 6%.

É possível dar destaque para o teor de fibras desta formulação (FT4 – 6,06%). Os teores de fibras da farinha de trigo sarraceno e de arroz, não são tão altos, 2,0 g e 0,6 g, respectivamente, porém, este resultado deve ser conferido a presença de cacau em pó natural na formulação, o qual segundo fontes comerciais apresenta em média 5,5 g de fibras em sua composição. Com este percentual de fibras, segundo a Resolução nº18/1999 da ANVISA, alegações de produto funcional podem ser atribuídas. Tal resolução esclarece que se a porção do produto pronta para consumo fornecer no mínimo 3 g de fibras (sendo o alimento sólido), como

neste caso, pode aparecer no rótulo do produto “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”. Desta forma, o brownie elaborado pode ser classificado com alto conteúdo de fibras, por ter mais que o mínimo de 6 g de fibra por 100g de produto pronto (RDC Nº 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012).

O teor de lipídeos (20,26%) não está ligado aos valores encontrados para a farinha de arroz e de trigo sarraceno, mas sim a outro ingrediente não divulgado da formulação. O resultado para quantidade de carboidrato (42,83 %) está relacionado à proporção de farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno utilizada pelo presente trabalho (60:40), visto que a farinha de arroz apresenta teor de carboidratos mais elevado que a de trigo sarraceno (85% e 66%, respectivamente).

CONCLUSÃO

A utilização da farinha de arroz e farinha de trigo sarraceno, como substituto da farinha de trigo, com a adição de goma xantana, mostrou ser uma alternativa bastante interessante para a elaboração de brownie sem glúten. Devido ao fato de todas as formulações testadas apresentarem índices de aceitação superiores a 70% em um painel sensorial não celíaco, pode-se dizer que o produto poderia atender a população celíaca e também a população que busca produtos alternativos aos convencionais (com glúten).

As formulações apresentaram resultados também satisfatórios para a análise de textura, onde obtiveram valores de firmeza (N) menores quando comparados com bolos tradicionais, que apresentam característica de textura mais firme que o brownie. Os resultados da análise centesimal do produto evidenciaram um produto com alto teor de fibras, visto o teor de fibras sendo superior a 6g/100g (produtos sólidos) de produto consumido podendo o mesmo ter a alegação funcional de “alto conteúdo” de fibras.

A formulação escolhida foi a FT4 com 60% de farinha de arroz, 40% de farinha de trigo sarraceno e 0,2% de goma xantana, que obteve as maiores notas na análise sensorial em todos os atributos avaliados, maior firmeza e a com maior intenção de compra, sendo assim considerada com grande potencial mercadológico.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods of the AACC, **Method 74-09**, approved October 1986. The Association: St. Paul. MN.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. RDC Nº 54, DE 12 DE NOVEMBRO DE 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Aprovada pela Portaria nº. 354 da ANVISA, de 11 de agosto de 2006. Disponível em:<
http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 04 de Novembro de 2014.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução nº 18/1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. Disponível em:<
http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 04 de Novembro de 2014.

CARUSO, V. R. **Mistura para o preparo de bolo sem glúten**. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Centro Universitário do Instituto de Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, São Paulo, 2012.

DUTCOSKY, S.D. **Desenvolvimento de tecnologia de fabricação de biscoitos e massas alimentícias isentas de glúten, a partir da farinha de arroz**. 1995. 159f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

FOEGEDING, E. A.; LUCK, P. J.; DAVIS, J. P. Factors determining the physical properties of protein foams. **Food Hydrocolloids**, v. 20, n. 2-3, p. 284-292, 2006.

GALLAGHER, E.; GORMLLEY, T. R.; ARENT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends. Food Science Technology**. V. 15, p. 143-152, 2004.

GALVÃO, E. L. et al. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, v. 28, p. 551-557, 2008.

GANDOLFI, L.; PRATESI, R.; CORDOBA, J. C. M.; TAUILL, P. L.; GASPARIN, M.; CATASSI, C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. **American Journal of Gastroenterology**, v. 95, n. 3, p. 689-692, 2000.

GLOVER, K. **Companies expand gluten free offerings**, 2009. Disponível em:<
<http://industry.bnet.com/food/1000549/companies-expand-gluten-freeofferings/>>. Acesso em 28 de setembro de 2014.

GULARTE, A. M.; HERA E.; GÓMEZ, M. ROSELL, M.C. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. **LWT- Food Science and Technology**. V. 48, p 209-214. 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3ª ed. São Paulo, 1985, v.1. Métodos Químicos e Físicos para análise de alimentos. 2008.

KOKSEL, H. F. **Effects of xanthan and guar gums on quality and staling of gluten free cakes baked in microwave-infrared combination oven**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar. Escola Superior de Ciências Naturais e Aplicada, MiddleEastTechnicalUniversity, 2009. Disponível em < etd.lib.metu.edu.tr/upload/12610410/index.pdf>. Acesso em: 28 de setembro de 2014.

KIM, J.M.; SHIN, M. Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten- free rice cupcakes. Departamento de Food and Nutrition, Chonnan National University. Korea, **LWT-Food Science and Technology**, v. 59, p. 526-532, 2014.

MAURÍCIO, A. A.; BRUCHARLES, P. B.; BOLINI, A. M. H.; SOUSA, C. M.V. Bolo de cenoura com e sem glúten: desenvolvimento da formulação e aceitação do produto. **Rev. Agroambiente**. Centro de Ciências Agrárias (RR), v. 6, n. 3, p. 250-257. 2012.

MOLLER, S.C. Elaboração, análise físico-química de cuca sem glúten. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, graduação em nutrição. **Trabalho de Conclusão**, 2012.

RAMOS, N. C.; BARRETO, P. T. L.; SANDRI, G. I. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. **Alim. Nutr.**, v. 23, n.1, p. 33-38. Araraquara, 2012.

ROTSCH, A. Chemische und technische Untersuchungen an kunstlichen Teigen. **BrotGebaek**, v. 8, p. 129. 1954.

SCHUPPAN, D., JUNKER, Y., & BARISANI, D. Celiac disease: from pathogenesis to novel therapies. **Gastroenterology**, n. 137, p. 1912 e 1933, 2009.

SOUZA, C. T.; SOARES, S.M.; CAMPOS, H. R. M.; SOUZA, C. S. T.; DIAS, T; FIORDA, F.A. Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 717-728. 2013.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13, n.4, p. 215 – 225, 2002.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP**.- 4. ed. rev. e ampl..Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. Disponível em:< http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em agosto de 2014.

TEIXEIRA, E.; MENERT, E. M.; BARBERTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p. WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiol.** p 115-119, 2007.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de produtos que buscam atender algum público específico, como o celíaco, neste caso, está ganhando importância, apresentando crescimento de demanda e conseqüentemente de oferta. Atualmente está se tornando essencial além da elaboração de produtos que tenham alguma característica específica, por exemplo, sem glúten, sem lactose, light, diet, entre outros, que esses produtos tenham também qualidade sensorial e aceitação pelos consumidores.

A elaboração de brownies de chocolate sem glúten neste trabalho foi satisfatória, pois todas as formulações testadas obtiveram aceitação superior aos 70% necessários do índice de aceitação, na análise sensorial, além dos provadores mostrarem o interesse na compra do produto quando foram questionados sobre a intenção de compra. Os resultados das análises de textura mostraram-se dentro do esperado, com valores para a firmeza que variaram de 8 a 9 N em média, sendo todos inferiores aos comuns para bolos sem glúten e com glúten de 9,9 a 17,7 N.

Quanto os resultados das análises de físico-químicas o produto escolhido (formulação FT4 - 60% farinha de arroz, 40% farinha de trigo sarraceno e 0,2% de goma xantana) apresentou quantidade considerável de proteínas e fibras. O que provavelmente deve ser melhorado é a questão de lipídeos e carboidratos, já que os celíacos geralmente se deparam com produtos com características nutricionais que não conseguem auxiliar a suprir suas necessidades de macro e micronutrientes, encontrando produtos com teores altos de carboidratos e lipídeos, assim os percentuais de 20,26 % para lipídeos e 42,83 % para carboidratos poderiam ser menores, e isso só seria possível com a substituição de algum ingrediente da formulação que não pode ser divulgado.

De forma geral, o produto poderia ser comercializado, já que foi aceito por provadores não celíacos mostrando que o produto poderia ser consumido por aqueles que têm a necessidade de mudanças na alimentação, e também, agradou aqueles que somente buscam produtos isentos de glúten, mas que podem sem nenhuma restrição ingerir produtos semelhantes, porém com glúten.

REFERÊNCIAS

- AGA Institute - American Gastroenterological Association Institute Technical. **Review on the on the Diagnosis and Management of Celiac Disease. Gastroenterology**, p. 131 a 981, 2006.
- ALCEBRA, **Associação de Celíacos do Brasil. Doença Celíaca e Implicações**, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.acebra.org.br/2004/doencaceliaca.php>>. Acesso em: 27 de Setembro de 2014.
- ALCEBRA, **Associação de Celíacos do Brasil. Alimentação sem glúten é opção de negócios**, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.fenacebra.com.br/acebra_rj/alimentacao-sem-gluten-e-opcao-de-negocios/>. Acesso em: 27 de Setembro de 2014.
- ALENCAR, M. L. et al. **Prevalence of Celiac Disease among blood donors in São Paulo city. The most populated and multi-ethnic center of Brazil.** *Gastroenterology*, v. 130, n. 4, p. 155, 2006.
- ALEXANDRINO, C. D. Utilização dos amidos de milho e de batata na elaboração de tapioca. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Federal do Ceará, 2006. Disponível em: <http://www.ppgcta.ufc.br/cristianealexandrino.pdf>.
- AHLBORN, G. J., PIKE, O. A., HENDRIX, S. B., HESS, W. M. & HUBER, C. S. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. **Cereal Chemistry**, v. 82, p. 328-335
- ANTUNES, H., ABREU, I., NOGUEIRAS, A., SÁ, C., GONÇALVES, C., CLETO, P., GARCIA, F., ALVES, A., LEMOS, D. Primeira determinação de prevalência de doença celíaca numa população portuguesa. **Acta Med Port**, n.19, p. 115-120, 2006.
- ARENDDT, E. K.; O'BRIEN, C. M.; SCHOBERT, T., GORMLEY, T. R. & GALLEGHER, E. Development of gluten-free cereal products. **Farm and Food**, v. 12, p. 21-27, 2002.
- ARENDDT, E. K. et al. Gluten-free breads. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. (Ed) **Gluten-free cereal products and beverages**. Burlington: Academic/ Elsevier Science, cap. 13, p. 289 - 319, 2008.
- AUTODORE, J.; JATLA, M.; Nutritional Complications of Celiac Disease. **Practical Gastroenterology**, v. 33, n.7, p. 34-39, 2009.
- BELITZ, H. D.; GROSCH, W.. **Food Chemistry**. Berlin: Springer Verlag, p. 379-388; 395-396; 403-412; 536-538, 1987.
- BEMILLER, J. N. AND WHISTLER, R. L. CARBOHYDRATES. **IN: FENNEMA, O. R. ED. FOOD CHEMISTRY, 3RD EDN. NEW YORK: MARCEL DEKKER, p.. 158-223, 1996.**

BOGUE, J.; SORENSON, D. Gluten-free cereal products and beverages. In: . In: ARENDT, E. K.; BELLO, F, D. (Ed) **The Marketing of Gluten-free products**.1. Ed. Oxford. Elsevier Science, cap. 17, p. 393, 2008.

BOTELHO, S. F. **Efeito das gomas xantanas e/ou guar na textura de pães isentos de glúten elaborados com farinhas de arroz e de milho**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronômicas. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2012.

BLOKSMA, A. W. Dough structure, dough rheology, and baking quality. **Cereal Foods World** , v. 35, p. 237-243, 1990.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº40 , de 8 de fevereiro de 2002. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 de fev. 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Lei Nº 10.674 de 16 de maio de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 de maio de 2003.

BROUNS, F.. Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health foods sector. **Food Res. Int.** v. 35, p. 187-193, 2002.

CANELLA-RAWLS, S. **Pão: arte e ciência**. Senac, São Paulo, Brasil, 2003.

CARUSO, V. R. **Mistura para o preparo de bolo sem glúten**. Dissertação. Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Centro Universitário do Instituto de Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, São Paulo, 2012.

COCUP, R. O.; SANDERSON, W. B. Functionality of dairy ingredients in bakery products. **Food Technol.** v. 41, p. 86-90, 1987. .

CODEX COMMITE ON NUTRITION AND FOOD FOR SPECIAL DIETARY USES. **CODEX STANDARD FOR GLUTEN-FREE FOODS**, CODEX STAN 118, 1981 (amended, 1983). CODEX STAN, 118, p 1-3, 1983.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2010/2011: décimo levantamento**. 2011. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_07_15_11_03_18_bol_etim_julho_-_2011.pdf>. Acesso em: 10 set. 2014.

CONAB. **Estudo de prospecção de Mercado, safra 2012/2013**. Diretoria de Política Agrícola e Informações (DIPAI). 2013. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_11_16_41_03_prospecao_12_13.pdf>. Acesso em 29 de setembro de 2014.

CHAI, Y., R. LIU AND S. FENG. Nutritive components and nutritive values of buckwheat. p. 198- 202. In: A Collection of Scientific Treaties on Buckwheat in China. Academic Periodical Press. Beijing.1989.

CHAWLA, R., E PATIL, G. R. Soluble dietary fiber. *Comprehensive Reviews*. In: **Food Science and Food Safety**, v. 9, p.178-196, 2011.

CHRISTA, K.; SMIETANA, S. M. Buckwheat Grains and Buckwheat Products – Nutritional and Prophylactic Value of their Components – a Review. **Czech J. Food Sci.**, v. 26, p. 153–162, 2008.

CROCKETT, R., IE, P., VODOVOTZ, Y. How Do Xanthan and Hydroxypropyl Methylcellulose Individually Affect the Physicochemical Properties in a Model Gluten-Free Dough? **Journal of Food Science**, v.76, p. 274-282, 2011.

CUBERO, N., MONFERRER A., VILLALTA J. **Aditivos Alimentarios**. Mundi-Prensa Libros, Madrid, 2002.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.17, p.25-39, 2003.

DEOBALD, H.J. **Rice: chemistry and technology**. American Association of Chemists, St. Paul, 1972.

DOBRSZCZYK, B.J., GRANT, M., CAMPBELL, GAN, Z. Bread: A unique food. In: D.A.V. Dendy, B.J. Dobraszcyk, **Cereals and cereal products: chemistry and technology**. (pp. 182-232). Aspen, Publications, Gaithersburg, 2001.

EFSA. European Food Safety Authority. **Food Additives**. Disponível em <<http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/additives.htm>> .Acesso em: 16 de setembro de 2014.

ELIASSON, A. C.; LARSSON, K.. **Cereals in Breadmaking: A Molecular Colloidal Approach**. New York: Marcel Dekker, 1993.

ELIASSON, A.C.; GUDMUNDSSON, M. Starch: physicochemical and functional aspects. In: **Eliasson, A.-C. ed. Carbohydrates in Foods**. Boca Raton, FL: Taylor and Francis, p. 391-470, 2006.

EVERY, D., GERRARD, J. A., GILPIN, M. J., ROSS, M., AND NEWBERRY, M. P. Staling in starch bread; the effect of gluten additions on specific loaf volume and firming rates. **Starch/Starke** v. 50, p. 443-446., 1998.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rice Information. 2011. Disponível em <<http://www.fao.org>> Acesso em: 16 de setembro de 2014.

FAO/WHO. **Food and Agriculture Organization/ World Health Organization. Codex Alimentarius**. Disponível em <<http://www.codexalimentarius.org/>> Acesso em: 13 de fevereiro de 2012.

FAO/WHO. Codex Alimentarius Commission. **Codex General Standard for the Labelling of Prepackaged Foods**, Codex Stan 1, 1985. Rev. 1/1991, amended 1999, Rome, Italy.

FASANO, A., ARAYA, M., BHATNAGAR, S., CAMERON, D., CATASSI, C., DIRKS, M., MEARIN, M.L., ORTIGOSA, L., PHILLIPS, A. Federation of International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus Report on Celiac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition**, n. 47, p. 214 - 219, 2008.

FEENEY, R. D.; PROSISE L. R. MCGRADY, J. NIEHOFF, R. VOLKER, A. D. **Process for making brownies containing cellulosic fiber. USTPO.** The Procter & Gamble Company, 1988, Disponível em:<<http://www.google.com/patents/US4774099>>.

FERNFINDEZ-RIVAS, M. AND BALLMER-WEBER, B. Food allergy:current diagnosis and management. In: Mills, C., Wichers, H., and Hoffmann-Sommergruber, K. eds. Managing Allergens in Food. Woodhead Publish, **Food Sci. Technol. Nutr.** v. 1, p. 3-28. 2007.

FERREIRA, S. M.R.; LUPARELLI, P.C.; SCHIEFERDECKER, M.E.M.; VILELA, M.R. **Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo.** Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná. Archivos Latino Americanos de Nutricion. V. 59, n. 4, p. 433 – 440, 2009.

FRANCO, C. M. L.; DAUTO, E.R.; DEMIATE, I.M. **Propriedades gerais do amido.** Campinas: Fundação Cargill, p. 224. 2001.

FREITAS, L. C.; MONTE, A. D. M. O.; CAVALCANTE, T. A.; ANDRADE, C. T. **Mercado de Hidrocolóides no Brasil.** Revista de Química Industrial, Rio de Janeiro, n.708/709, p.13-18, 1996.

GALLAGHER, E.; GORMLLEY, T. R.; ARENT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends. Food Science Technology.** V. 15, p. 143-152, 2004.

GALLAGHER, E. Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. (Ed) **Gluten-free cereal products and beverages.**Burlington: Academic/ Elsevier Science, cap. 14, p. 321 a 346, 2008.

GALERA, J. S.; LOPES, V.C.; QUIRINO, V.N.; ROSA, R.C.P. Avaliação do uso de farinha de trigo sarraceno em produtos de panificação. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE CIENCIAS DOS ALIMENTOS, 6, Campinas, 2005. **Anais,** Campinas, SLACA, 2005.

GANDOLFI, L.; PRATESI, R.; CORDOBA, J. C. M.; TAUIL, P. L.; GASPARIN, M.; CATASSI, C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. **American Journal of Gastroenterology**, v. 95, n. 3, p. 689-692, 2000.

GASTAUD, R. S. **Amitec - Farinha de arroz: características, produção e utilização.** Pelotas: Josapar, 2000.

GOESAERT, H., BRIJS, K., VERAVERBEKE, W. S., COURTIN, C. H., GEBRUERS, K., e DELCOUR, J. A Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends Food Sci. Technol.** v. 16, p. 12-30, 2005.

GOMEZ, M., RONDA, F. CABALLERO, P. A., BLANCO, C. A. & ROSSEL, C. M. Functionally of differentshydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. **Food Hydrocolloids**, v. 21, p. 167 – 173, 2007.

GORGÔNIO, C. M. S.; PUMAR, M., MOTHÉ, G.C. Macroscopic and physiochemical characterization of a sugarless and glúten-free cake enriched with fibers made from pumpkin seed (*Cucurbita maxima*, L.) flour and cornstarch. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 31, p. 109-118. 2011.

GUARDA, A.; ROSSELL, C.M.; BENEDITO, C.; GALOTTO, M.J. Different Hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. **Food Hydrocolloids**, V.8, P.241-277, 2004.

GLOVER, K. **Companies expand gluten free offerings**, 2009. Disponível em:<[http://industry.bnet.com/food/1000549/companies-expand-gluten freofferings/](http://industry.bnet.com/food/1000549/companies-expand-gluten-freofferings/)>. Acesso em 28 de setembro de 2014.

HAMADA, J.S. (1997). Characterization of protein fractions of rice bran to devise effective methods of protein solubilization. **Cereal Chemistry**, v.74, p. 662-668.

HAMER, R.J. Celiac disease: background and biochemical aspects. **Biotechnol. Adv.**, v. 23, n. 6, p. 401-408, 2005.

HELLER, L. Commercial aspects of gluten-free products. In: **Gluten-free foods science and technology**, p. 99-106. Eimear Gallagher (Ed.), Wiley-Blackwell Publishing, 1nd Ed, Oxford, U.K., 2009.

HILL, I. D. et al. Guideline for the diagnostic and tratamentog celiac disease in children: recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatologyan Nutrition. **J. Pediatr. Gastreterol. Nutrition.**, v.40, n.1, p. 1-19, 2005.

HOSENEY, R. C.. Principles of Cereal Science and Technology, 2nd edn. St. Paul, MN: **American Association of Cereal Chemists**, v. 40, p. 147-148, p. 194-195, p. 197, p.342-343, 1994.

HOWARD, M. R. et al. A prospective study of the prevalence of undiagnosed celiac disease in laboratory defined iron and folate deficiency. **J. Clin. Pathol.**, v.56, n.10, p.754-757, 2002.

HUG-ITEN, S., CONDE-PETIT, B., AND ECHER, F. Structural properties of starch in bread and bread model systems--influence of an antistaling oL-amylose. **Cereal Chem.** v. 78, p. 421-428, 2001.

IBAÑES, M. C.; FERRERO, C. Extraction and characterization of the hydrocolloid from *Prosopis flexuosa* DC seeds. **Food Research International**, Essex, v.36, p.455-460, 2003.

JOINT FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME – CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Report of the 28th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses. ALINORM 07/30/26- Rev. 30-10-2006- Chiang Mai, Thailand.

JONAGH, G., SLIM, T., AND GREVE, H.. Bread without gluten. **Baker's Digest** v. 6, p. 24-29, 1968

JORGE, S.G. **World Gastroenterology Organisation Practice Guidelines (WGO)**. Doença Celíaca, 2005. Disponível em <www.worldgastroenterology.org/.../guidelines/ceeliac_disease_pt.pdf> Acesso em: 27 de Setembro de 2014.

KADAN, R.S.; BRYANT, R.J.; BOYKIN, D.L. Effects of processing conditions on qualities of rice fries. **Journal of Foods Science**, v. 66, n.4, p.610-613, 2001.

KAMIOKA, G. A.; STEDEFELDT, E.; DOMENE, S. M. A. Doença Celíaca e mercado específico. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 38, n. 3, p. 201-219, 2013.

KATO, A., IBRAHIM, H., WATANABE, H., HONMA, K., AND KOBAYASHI, K.. Enthalpy of denaturation and surface functional properties of heated egg white proteins in the dry state. **J. Food Sci.**, v. 55, p. 1280-1282. 1990.

KENNY, S., WEHRLE, K., STANTON, C., AND ARENDT, E. K. Incorporation of dairy ingredients into wheat bread: effects on dough rheology and bread quality. **Eur. Food Res. Technol.** v. 210, p. 391-396, 2000.

KENNY, S., WEHRLE, K., AUTY, M., AND ARENDT, E. K. Influence of sodium caseinate and whey protein on baking properties and rheology of frozen dough. **Cereal Chem.** v. 78, p. 458-463, 2001.

KIM, J.M.; SHIN, M. Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. Department of Food and Nutrition, Chonnam National University. Korea, **LWT-Food Science and Technology**, v. 59, p. 526-532, 2014.

KOKSEL, H. F. **Effects of xanthan and guar gums on quality and staling of gluten free cakes baked in microwave-infrared combination oven**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar. Escola Superior de Ciências Naturais e Aplicada, Middle East Technical University, 2009. Disponível em <etd.lib.metu.edu.tr/upload/12610410/index.pdf>. Acesso em: 28 de setembro de 2014.

LAFIANDRA, D., MASCI, S., D'OIDIO, R. **The gluten proteins**. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2004.

LAZARIDOU, A., DUTA, D., PAPAGEORGIOU, M., BELC, N., BILIADERIS, C. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering** v. 79, p. 1033-1047, 2007.

MARK. K. **A Healthy habit. Food in Canada**, Jun, 2006.

MILES, M. J., MORRIS, V. J., ORFORD, P. D., AND RING, S. G. The role of amylase and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. **Carbohydr.** v. 135,p. 271-281, 1985.

MINE, Y. Recent advances in egg protein functionality in the food system. **Worm's Poultry Sci. J.** v. 58, p. 31-39, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas – Doença Celíaca** – Portaria SAS/MS nº 307, de 17 de setembro de 2009. (Republicada em 26.05.10). Disponível em:http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/pcdt_doenca_celiaca_livro_2010.pdf . Acesso em 26 de setembro de 2014.

MOON, M. H. AND GIDDINGS, J. C. Rapid separation and measurement of particle size distribution of starch granules by sedimentation/steric field-flow fractionation. **J. Food Sci.** v. 58, p. 1166-1171, 1993.

MOORE, M. M., SCHOBBER, T. J., DOCKERY, P., AND ARENDT, E. K.. Textural comparison of gluten-free and wheat based doughs, batters and breads. **Cereal Chem.**v. 81,p. 567-575, 2004.

MORISHITA, T.; YAMAGUCHI, H; DEGI, K. The contribution of polyphenols to antioxidative activity in common buckwheat and tartary buckwheat grain. **Plant Production Science**, v. 10, p. 99-104, 2007.

MORRIS, V.J. Science, structure and applications of microbial polysaccharides. In: **Gums and Stabilizers for the Food Industry**. Phillips, G.O., Williams, P.A. & Wedlock, D.J. (Eds.), pp. 315-328, IRL Press, Oxford, 1990.

MOSCATTO, J.A.;PRUDÊNCIO-FERREIRA, S.H.;HAULY, M.C.O. Farinha de yacon e inulina como ingrediente na formulação de bolo de chocolate. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.4, p.643-640, 2004.

MUKAY, S. et al. Utilização de Sarraceno em dietas sem glúten. **Pediatr.** São Paulo, v.1, p. 51, 1979.

MURRAY, J. A.. The widening spectrum of celiac disease. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 69, p. 354-363, 1999.

MURRAY, J.A., WATSON, T., CLEARMAN, B., MITROS, F. Effect of a gluten-free diet on gastrointestinal symptoms in celiac disease. **Am J ClinNutr.**, n. 79, p. 669–73, 2004.

NIEWINSKI, M. M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. **Journal of The American Dietetic Association**, v. 108, n. 4, p. 661- 672, 2008.

ORTOLANI, C. AND PASTORELLO, E. A. Symptoms of food allergy and food intolerance. In: **Study of Nutritional Factors in Food Allergies and Food Intolerance**. Luxembourg: CEC, p. 26-45, 1997.

OSAWA, C. C.; FONTES, L. C. B.; MIRANDA, E. H. W.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. **Cienc. tecnol. aliment.**v. 29, p.92, 2009.

OTTENHOF, M.-A. AND FARHAT, I.A.. The effect of gluten on the retrogradation of wheat starch. **J. Cereal Sci.** v. 40, p. 269-274, 2004.

OZBOY, O. Development of starch-gum bread for phenylketonuria patients. **NAHRUNG/FOOD**, v.46,n. 2, p. 87–91, 2002.

PAIM, V.; SCHUCK, C. O Custo da Alimentação sem Glúten no Brasil. **Revista Vida sem Glúten**. 2010.

PAVANELLI, A.P.; CICHELO, M.S.; PALMA, E.J. **Emulsificantes como agentes de aeração em bolos**. Oxitenó, 2005. 10 p. Artigo Técnico. Disponível em:<http://www.oxiteno.com.br/aplicacoes/mercados/dos/documentos.asp?artigotecnico=1&segmento=0100&ridioma=PO&r=.pdf>. Acesso em: 5 de setembro de 2014.

PEREIRA, M. A. G.; ORTIZ, A. C. L.; SATO, N. M. et al. Prevalence of celiac disease in the urban area of Brazil with predominantly European ancestry. **World Journal of Gastroenterology**, v. 12, n. 40, p. 6546-6550, 2006.

PHILLIPS, G.O., E WILLIAMS, P.A. **Handbook of Hydrocolloids**. Woodhead Publishing, Cambridge, 2000.

RAMOS, N. C.; BARRETO, P. T. L.; SANDRI, G. I. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. **Alim. Nutr.**, v. 23, n.1, p. 33-38. Araraquara, 2012.

ROCHEFORT, W.E., E MIDDLEMAN, S. Rheology of Xanthan Gum: Salt, Temperature, and Strain Effects in Oscillatory and Steady Shear Experiments. **Journal of Rheology**, v.31, p. 337-369, 1987.

RONDA, F.; OLIVETE, B.; GÓMEZ, M.; CABALLERO, A. P.; PANDO, V. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. **Journal of Food Engineering**. v. 102, p. 272-277. 2011.

ROSSELL, C. M., ROJAS, J. A., BENEDITO DE BARBER, C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. **Food Hydrocolloids**, v.15: p. 75-81, 2001.

ROTSCH, A. Chemische und technische Untersuchungen an künstlichen Teigen. **BrotGebaek**, v. 8, p. 129. 1954.

RUIZ, A. W.; BONATO, S.R.; ARRIECH, S.L.; ALVES, V.F. **Caracterização de farinha pré-gelatinizada de arroz integral produzida a partir de grãos quadrados**. Vetor, Rio Grande, FURG, 2003.

SANCHEZ, H. D., OSELLA, C. A., AND DE LA TORRE, M. A. G.. Optimisation of glutenfree bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch. **J. Food Sci.** v. 67, p. 416-419, 2002.

SANDERSON, G. R. The functional properties and applications of microbial polysaccharides - a supplier's view. In: **Gums and Stabilizers for the Food Industry**. Phillips, G.O., Williams, P.A. & Wedlock, D.J. (Eds.), pp. 333-343, IRL Press, Oxford, 1992.

SAHI, S.S.; ALAVA, J.M. Functionality of emulsifiers in sponge cake production. **Journal of the Science and Agriculture**, v.83, n.14, p. 1419-1429, 2003.

SEBRA. Boletim Sebrae. **Alimentos sem gluten nutrem pequenos negócios**. 2014. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/alimentos-sem-gluten-nutrem-pequenos-negocios>>. Acesso em: 28 de setembro de 2014.

SCIARINI, L.S., RIBOTTA, P.D., LEÓN, A.E., PÉREZ, G.T. Influence of Gluten-free Flours and their Mixtures on Batter Properties and Bread Quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, p. 577-585, 2010.

SCHUPPAN, D., JUNKER, Y., & BARISANI, D. Celiac disease: from pathogenesis to novel therapies. **Gastroenterology**, n. 137, p. 1912 e 1933, 2009.

SILVEIRA, E. T. F; TRAVAGLINI, D. A.; VITTI, P; CAMPOS, S.D.S; AGUIRRE, J.M.; FIQUEREDO, I.B.; SHIROSE, I. **Farinha composta de resíduo do extrato de soja e de arroz em mistura com farinha de trigo para uso em panificação**. Boletim ITAL, v. 18(4), p. 509-542, 2004.

SINDIPAN. **Análise Setorial**, 2008. Disponível em: <<http://www.sindipan.org.br/analise/numeros.htm>> Acesso em: 01 de outubro de 2014.

SCHAMNE, V.L.; DUTCOSKY, S.D.; DEMIATE, I.M.; Obtention and characterization of gluten-free baked products. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p. 741-750, 2010.

STATISTICS KOREA. **Food grain consumption in 2011**, 2012. Disponível em: <http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode¼>. Acesso em: 14 de agosto de 2014.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA-UNICAMP. 4. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2011.

TESTER, R. F. AND DEBON, S. J. J. Annealing of starch review. **Int. J. Biol. Macromol.** v. 27, p. 1-12, 2000.

TOLSTOGUZOV, V. Thermodynamic aspects of dough formation and functionality. **Food Hydrocolloids**, v. 11, p. 181-193, 1997.

TRUDUS, G.A.S.; ORMENESE, R.C.S.; SPERANZA, S.M.; CHANG, Y.K.; BUSTOS, F.M. Estudo da adição de vital glúten a farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Cienc. Tecnol. Aliment**, v.21, n.1, 2001.

TURABI, E.; SUMMU, G.; SAHIN, S. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. **Food Hydrocolloids**. Department of Food Engineering. Middle East Technical University, Turkey. 2010.

TUBARI, E., SUMNU, G., SAHIN, S. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. **Food Hydrocolloids**, v. 22 p. 305-312, 2008.

UDESKEY J., **The Book of Soba**. Tokyo, Koudansha International Ltd, pp 101-120, 1988.

USDA. Software Food Search for Windows, Version 1.0, database version: SR16, 2007.

VIDA SEM GLÚTEN E ALERGIAS. **Vida sem glúten no Brasil**. 2010. Disponível em: <http://www.acebra.org.br/2004/estatisticas.php>. Acesso em: 28 de setembro de 2014.

VITTI, P.; VALLE, J.L.E. Aproveitamento do soro de leite em panificação em produtos similares. **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, p. 65- 71, 1988.

VOLTA, U., E VILLANACCI, V. **Celiac disease: diagnostic criteria in progress. Cellular & Molecular Immunology**, v. 8, p. 96 a 102, 2011.

ZHANG, Z. M. P.; ZHAO, Z. U; ZHOU M. L. R. RAO, R.; SAJISE, E. P. **Conservation and Use of Buckwheat Biodiversity for the Livelihood Development**. In: Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, p. 426. 2004. Disponível em: < <http://www.vurv.cz/files/publications/isbn80-86555-46-1.pdf>>. Acesso em: 06 de Novembro de 2014.

ZARAREZE, E.R.; MORAES, K.S; SALAS-MELLADO, M.M. Qualidade Tecnológica e sensorial de bolos elaborados com soro de leite. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. V. 30, n.1, p. 100-105, 2010.

ZILBERKNOP, D. **Perfil descritivo– JOSAPAR**. Joaquim Oliveira S/A Participações. Pelotas, 1998.

ZOBEL, H. E.; KULP, K. The staling mechanisms. In: **Baked Goods Freshness: Technology Evaluation, and Inhibition of Staling**. New York: Marcel Dekker, p. 1-64, 1996

WARD, F. M.; ANDON, S. A. Hydrocolloids as film formers, adhesives and gelling agents for bakery and cereal products. **Cereal Food World**, nº 47, p 52-55, 2002.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiol.**p 115-119, 2007.

WILLIAMS, P.A. **Handbook of Industrial Water Soluble Polymers**. Blackwell Publishing, Oxford, U.K., 2007.

APÊNDICE

ANÁLISE SENSORIAL - Brownie de Chocolate sem glúten (cremoso)

Nome:.....Data:/...../.....

Idade:.....

PROCEDIMENTOS

Você está recebendo uma amostra de brownie de chocolate (cremoso). Avalie a aparência, cor, aroma, e depois através da deglutição a textura (cremosidade), sabor, sabor residual e aceitação global das amostras abaixo e dê uma nota, para cada atributo, segundo tabela abaixo.

Aceitação
1- desgostei muitíssimo
2- desgostei muito
3- desgostei moderadamente
4- desgostei levemente
5- nem gostei nem desgostei
6- gostei levemente
7- gostei moderadamente
8- gostei muito
9- gostei muitíssimo

	AMOSTRA 165	AMOSTRA 218
Aparência		
Cor		
Aroma		
Textura		
Sabor		
Sabor residual		
Aceitação global		

Comentários:.....

Você Compraria alguma das amostras? _____

Qual? _____