



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

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO BRANCO E INTEGRAL LIVRES DE GLÚTEN E
FORTIFICADOS COM CÁLCIO E FERRO**

Laura Moura Kohmann

Porto Alegre
2010/2

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

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO BRANCO E INTEGRAL LIVRES DE GLÚTEN E
FORTIFICADOS COM CÁLCIO E FERRO**

Laura Moura Kohmann

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Alimentos para a obtenção do Título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Hickmann Flôres

Porto Alegre

2010/2

Desenvolvimento de Pão Branco e Integral Livres de Glúten e Fortificados com
Cálcio e Ferro

Laura Moura Kohmann

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Simone Hickmann Flôres
Doutora em Engenharia de Alimentos
ICTA/UFRGS

Erna Vogt de Jong
Doutora em Alimentos e Nutrição
ICTA/UFRGS

Roberta Cruz Silveira Thys Muccillo
Doutora em Engenharia Química
ICTA/UFRGS

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de proporcionar aos portadores de doença celíaca uma opção de pão branco e integral que tivesse algum tipo de fortificação a fim de diminuir as deficiências deste grupo quanto aos aspectos nutritivos da dieta que seguem como tratamento. Desenvolveu-se duas formulações de pão, um branco e um integral, com fortificação de ferro e cálcio. Avaliou-se a aceitação de cinco parâmetros destas amostras (aparência do miolo, aroma, sabor, textura e cor da casca) além da aceitação global das amostras. A amostra de pão branco obteve média 7,07 (em escala de 9 pontos) na avaliação global, o que corresponde a 79,60% de aceitação, enquanto a amostra de pão integral obteve média 6,77 (74,49% de aceitação) na avaliação da amostra como um todo. Concluiu-se que ambas as formulações obtiveram resultados satisfatórios quanto à primeira fase de desenvolvimento das mesmas.

Palavras-chave: pão sem glúten, cálcio, ferro, desenvolvimento, doença celíaca.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Doença celíaca e desnutrição	11
2.2 Pão sem glúten	14
2.2.1 Farinha de arroz	15
2.2.2 Féculas	16
2.2.3 Fibras	17
2.2.4 Cálcio e Ferro	18
2.3 Análise Sensorial	22
2.3.1 Métodos discriminativos	23
2.3.2 Métodos subjetivos	24
2.3.3 Métodos descritivos	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 Material	25
3.2 Desenvolvimento das formulações	25
3.3 Análise sensorial	29
3.3.1 Testes de Diferenças	29
3.3.2 Teste de Aceitação.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Análise sensorial – Testes de Comparação com o padrão	32
4.2 Análise Sensorial – Teste de Aceitação	33
4.2.1 Aparência do miolo.....	33
4.2.2 Aroma	35
4.2.3 Sabor	37
4.2.4 Textura	39
4.2.5 Cor da casca	40
4.2.6 Aceitação global	42
4.2.7 Considerações finais	45
5 PERSPECTIVAS FUTURAS	47
6 REFERÊNCIAS	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal em base seca de farinha de arroz crua _____	16
Tabela 2. Quantidades recomendadas de ingestão diária de cálcio e ferro de acordo com o estágio de vida _____	19
Tabela 3. Quantidades recomendadas de ingestão diária de cálcio e ferro de acordo com o estágio de vida (continuação) _____	20
Tabela 4. Tipos de ferro mais utilizados na fortificação de alimentos, com respectivos valores de biodisponibilidade e solubilidade _____	21
Tabela 5. Definição dos termos utilizados para descrever o processo de adição de micronutrientes em alimentos _____	22
Tabela 6. Formulação final para pão branco e integral com suas quantidades utilizadas e porcentagens com relação a todos os ingredientes _____	27
Tabela 7. Formulações finais do mix de farinhas para pão branco e integral, com suas quantidades utilizadas e porcentagens com relação a todos os ingredientes _____	29
Tabela 8. Médias obtidas para Teste de Aceitação avaliando cinco atributos e avaliação global das formulações finais de pão branco e pão integral sem glúten fortificados com ferro e cálcio _____	33
Tabela 9. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aparência do miolo” _____	34
Tabela 10. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aroma” _____	35
Tabela 11. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “sabor” _____	37
Tabela 12. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “textura” _____	39
Tabela 13. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “cor da casca” _____	41
Tabela 14. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aceitação global” _____	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação dos testes sensoriais _____	23
Figura 2. (a) balança centesimal 4 casas utilizada na pesagem dos ingredientes; (b) forno elétrico utilizado na cocção dos pães; (c) amostra de pão branco utilizado no Teste de Comparação e (d) disposição das amostras do Teste de Comparação _____	27
Figura 3. Fluxograma de produção _____	28
Figura 4. Cabine individual de análise sensorial _____	30
Figura 5. Modelo de ficha para Teste Sensorial de Comparação com o padrão _____	30
Figura 6. Modelo de ficha para Teste de Aceitação _____	31
Figura 7. Histograma de distribuição para o atributo “aparência do miolo” _____	34
Figura 8. Histograma de distribuição para o atributo “aroma” _____	36
Figura 9. Histograma de distribuição para o atributo “sabor” _____	38
Figura 10. Histograma de distribuição para o atributo “textura” _____	40
Figura 11. Histograma de distribuição para o atributo “cor da casca” _____	41
Figura 12. Histograma de distribuição para a aceitação global das amostras _____	43

1 INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é caracterizada pela incapacidade do indivíduo de digerir glúten. O agente causador é a parte protéica do glúten, que desencadeia uma série de reações que resultam em destruição das vilosidades intestinais, causando diarreia, dentre outros sintomas. O tratamento é a adoção de dieta livre de glúten que, se seguida à risca, pode proporcionar remissão das vilosidades intestinais (BAPTISTA, 2006).

A prevalência média da DC é de 1 a 2% da população em geral, resultante principalmente de fatores genéticos, ambientais e imunológicos (RITO NOBRE, SILVA, CABRAL, 2007).

Indivíduos com doença celíaca têm muita dificuldade em encontrar produtos panificados próprios para consumo imediato. Ocorre então a necessidade de preparo artesanal destes alimentos utilizando ingredientes isentos de glúten, como farinha de arroz e de milho. A isso ainda se soma a dificuldade do produto em manter sua estrutura física, já que as redes de glúten, responsáveis pela retenção dos gases produzidos na fermentação da massa e sua visco-elasticidade, são resultado da interação da água com a gliadina e glutenina, as quais são as proteínas presentes em alguns cereais e responsáveis pela alergia devido ao glúten (AHLBORN, 2005).

As farinhas mais comumente utilizadas para substituir a farinha de trigo são a de arroz e de milho, além de outras menos conhecidas como a de sorgo. Estas substituições têm se mostrado positivas em relação a produtos em que não é necessário o crescimento da massa, tais como biscoitos, alcançando elevado nível de aceitação, tanto entre consumidores celíacos quanto não-celíacos (FERREIRA et al., 2009).

Porém produtos como pães e bolos, em que a massa precisa reter os gases formados na fermentação ou cocção para tornar o produto viável, necessitam adição de algum ingrediente além das farinhas de arroz e de milho que seja capaz de exercer o papel do glúten. Das substâncias que vêm sendo testadas, destacam-se as gomas (PREICHARDT et al., 2009).

Outra dificuldade significativa para os celíacos é a questão da nutrição. A preocupação em não ingerir glúten é tão grande que o enfoque no desenvolvimento de produtos para este grupo específico fica somente em substitutos das farinhas,

sem a devida preocupação com a quantidade de fibras, sais minerais (principalmente cálcio e ferro) e vitaminas (THOMPSON et al., 2005). O resultado disso são indivíduos acima do peso, porém desnutridos (HOPMAN et al., 2006). Embora a farinha de milho seja enriquecida com ferro e ácido fólico desde dezembro de 2002, a farinha de arroz não possui essa obrigatoriedade, tampouco féculas e outros ingredientes utilizados na panificação sem glúten (BRASIL, 2010).

Quando se combina deficiência nutricional com crianças, a questão da importância da oferta de produtos saudáveis toma proporções maiores. Uma criança desnutrida dificilmente terá o mesmo desenvolvimento que uma criança com alimentação balanceada, sejam elas celíacas ou não. Os efeitos de uma dieta livre de glúten em crianças e adolescentes celíacos são baixo peso e altura, menor massa corporal, menor quantidade de gordura corporal e menor conteúdo mineral ósseo. A baixa gordura corporal poderia ser vista como vantagem, mas em crianças e adolescentes em fase de crescimento e desenvolvimento psico-motor, essa gordura é essencial para que o pico de crescimento seja atingido (BARERA et al., 2000).

A ingestão de ferro e cálcio combate a anemia e a osteoporose, respectivamente. Preocupar-se em adicioná-los aos produtos destinados à população celíaca certamente é recomendável, dada a baixa qualidade nutricional da dieta desta população. Ainda, uma pesquisa entre a população celíaca brasileira apontou que o produto que estes gostariam de encontrar com mais facilidade é o pão, seguido de macarrão e biscoitos, ficando a pizza em terceiro lugar (ACELBRA, 2010).

O motivo da adição de cálcio poderia ser questionado, já que está associado a alimentos de origem animal, que a princípio não tem sua ingestão restrita; contudo, Rito Nobre et al. (2007) lembram algumas complicações frequentes da DC, entre elas, má-absorção de vitamina D e cálcio decorrentes de eventual intolerância à lactose.

Nesse enfoque entra também a preocupação com a qualidade de vida do indivíduo com DC. Araújo (2008) pesquisou, através de questionários distribuídos a celíacos da cidade de Brasília, quais as principais dificuldades encontradas na busca de seguir à risca o único tratamento para essa doença, a dieta sem glúten. Pesquisou também o grau de satisfação dos celíacos quanto aos alimentos sem glúten disponíveis para compra e discutiu aspectos relacionados à qualidade de vida

dos mesmos. O estudo concluiu que a maioria dos indivíduos com DC segue a dieta proposta, apesar de certa dificuldade ao fazê-lo; ainda falta certa comunicação entre consumidores celíacos e produtores de alimentos, no sentido de diminuir o receio dos primeiros em relação à segurança do alimento, além do acesso dificultado a alternativas alimentares. Chama a atenção, ainda, que um indivíduo qualquer não pode ter uma alimentação que o desloque da sociedade, para que não haja ruptura com a identidade individual e cultural do mesmo.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver pão branco e integral sem glúten, com fortificação de ferro e cálcio, a fim de proporcionar uma alimentação mais saudável, principalmente, para crianças em fase de crescimento. Além disso buscou-se desenvolver uma formulação que não precisasse fazer uso de coadjuvantes tecnológicos de custo elevado como enzimas, para que o valor final repassado ao consumidor fosse o mais compatível possível com o de outros alimentos de base amilácea que constituem a base da alimentação da maioria da população brasileira. Para isso, foram desenvolvidas formulações que apresentassem características sensoriais e estruturais atraentes e comparáveis ao pão elaborado com farinhas que contem glúten.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Doença celíaca e desnutrição

Indivíduos com doença celíaca (DC) ou celíacos são incapazes de digerir o glúten, conjunto de proteínas presente em cereais como trigo, aveia, cevada e centeio. A DC é uma enteropatia imuno-mediana, onde ocorre atrofia total ou parcial da mucosa do intestino delgado em indivíduos geneticamente suscetíveis, resultando em má absorção dos nutrientes (CARVALHO et al., 2003). Atualmente é considerada a mais comum das intolerâncias alimentares no mundo, dada a expansão de seu contexto epidemiológico; apesar de a primeira alusão à DC ter ocorrido em meados de 200 d.C., somente em 1888 foi descrita nos termos atuais por Samuel Gee, médico pediatra inglês (RITO NOBRE, SILVA, CABRAL, 2007)

O fator desencadeante não é o glúten em si, mas a proteína presente em sua estrutura: no trigo é a gliadina, na aveia é a avenina, na cevada é a hodeína e no centeio é a secalina. O malte, por ser resultante da fermentação da cevada, também possui traços de glúten e deve ser evitado tanto quanto os demais cereais citados (ACELBRA, 2010).

Segundo Harrison (2002), a etiologia não é bem conhecida, mas associa-se a fatores genéticos, ambientais e imunológicos. O fator ambiental é a gliadina, proteína presente em alguns cereais, inclusive, segundo o autor, no arroz. Contudo, Lam-Sánchez et al. (1993/1994) realizaram estudos nutricionais com arroz e afirma que suas proteínas, distribuídas em todo o tecido do grão de arroz, são as glutelinas (68 a 72%), globulinas (12 a 17%), albuminas (10 a 12%) e prolaminas (2 a 3%), não citando presença de gliadina.

O fator genético explica-se pela predominância da DC em caucasianos, sendo baixa a ocorrência em negros e orientais. O fator imunológico remete a três motivos: o primeiro é a existência de anticorpos séricos IgA antigliadina e antiendomísio, sem saber-se no entanto se as lesões causadas no tecido são secundárias ou não; o antígeno reconhecido pelos anticorpos é a transglutaminase tecidual, mas sua relação com a DC ainda não está bem definida. O segundo motivo é a remissão das lesões com uso de corticóides juntamente com dieta com glúten. Finalmente, o

terceiro motivo sugere que os peptídeos interajam com células T (anticorpos) específicos contra a gliadina, e essa interação pode causar a lesão tecidual (HARRISON et al., 2002).

A DC apresenta-se de três formas distintas: clássica, atípica e silenciosa. A forma clássica se manifesta em crianças de 0 a 2 anos de idade, quando adiciona-se outros alimentos na dieta da criança que não o leite materno (em torno de seis meses de idade). Caracteriza-se por diarreia crônica, distensão abdominal (barriga inchada), hipotrofia muscular, dentre outros. Em casos não tratados pode ocorrer desidratação aguda com posterior desequilíbrio eletrolítico, podendo levar a criança a óbito. A forma atípica tem o início dos mesmos sintomas em crianças entre 5 e 7 anos. Já a forma silenciosa não apresenta os sintomas descritos acima, apesar de o indivíduo apresentar atrofiamento parcial da mucosa intestinal, respondendo positivamente, porém, à dieta isenta de glúten (ACELBRA, 2010).

O diagnóstico é comprovado através de biópsia do intestino delgado. Histórico de diarreia e má absorção de nutrientes podem ser relativos a várias outras doenças, não necessariamente DC. Parte da investigação da causa dos sintomas é feita com testes de absorção intestinal, além de adoção de dietas livres de glúten, caseína ou lactose, mas é preferível realizar a biópsia a fazer repetidos testes de absorção, que não resultarão em definição do diagnóstico na maioria dos casos atípicos. Cerca de 90% dos pacientes experimentam remissão após a isenção do glúten da dieta; os outros 10% podem responder à eliminação de outras proteínas, como a da soja ou a do leite (HARRISON et al., 2002).

O atrofiamento das vilosidades intestinais promove má absorção dos nutrientes, fazendo com que os indivíduos portadores de DC desenvolvam manifestações secundárias que, apesar de isoladas, podem diminuir sua qualidade de vida. Dentre essas manifestações, podem ser citadas a osteoporose, anemia, esterilidade, artrite e epilepsia associada à calcificação intracraniana, além de baixa estatura e déficit de desenvolvimento em adolescentes (BAPTISTA, 2006).

Também está associada ao diabetes *mellitus* tipo I e deficiência de imunoglobulina A – anticorpo presente nas secreções que, nos seres humanos, tem uma potente atividade antiviral, prevenindo a ligação dos vírus às células epiteliais respiratórias e gastrintestinais. Contudo, a consequência mais grave da DC não tratada é a predisposição ao câncer de cólon ou intestino, devido às freqüentes lesões na mucosa e parede intestinal. Mesmo pacientes em dieta com exclusão de

glúten podem apresentar linfomas, geralmente diagnosticados quando este passa a não responder mais à dieta glúten-restritora (HARRISON et al., 2002).

Apesar da retirada do glúten da dieta proporcionar melhora significativa dos sintomas da DC, existe pouca preocupação quanto à qualidade nutricional da mesma. Por mais avanços que a ciência e a tecnologia tenham feito no sentido de proporcionar alimentos agradáveis aos sentidos, as opções disponíveis ainda são pobres em vitaminas, minerais e fibras. Estudos em países como Grã-Bretanha, Itália e Holanda apontam a preocupação excessiva de somente restringir o glúten, resultando em uma população celíaca acima do peso, com consumo excessivo de proteína e gordura e pouco carboidrato e deficiente em ferro, cálcio e fibras. Alimentos à base de cereais e livres de glúten geralmente são produzidos com farinha refinada livre de glúten e que, ao contrário da farinha refinada de trigo e de milho, não sofre nenhum tipo de fortificação; nos Estados Unidos, a farinha de trigo recebe reforço de aminoácidos essenciais, como tiamina e niacina, ácido fólico e ferro (HOPMAN, 2006; THOMPSON, 2005).

No Brasil, segundo a RDC nº 344 de 13 de dezembro de 2002, as farinhas de trigo e de milho devem ser obrigatoriamente enriquecidas com ferro e ácido fólico (mínimo de 4,2mg/100g de farinha e 150µg/100g de farinha, respectivamente) a partir de junho de 2004, independentemente do destino, seja consumidor final, seja matéria-prima para outros produtos (BRASIL, 2010); no entanto, não há essa exigência para farinhas de outras fontes, como arroz e soja (NABESHIMA et al., 2005).

Os portadores de DC encontram bastante dificuldade ao buscar alimentos industrializados livres de glúten, pois apesar do crescente interesse nesta área, ainda são poucas as opções em supermercados convencionais, sendo necessário buscar o produto em lojas especializadas. A produção geralmente em pequena escala acaba se refletindo no valor final repassado ao consumidor, valor este mais alto do que de outros produtos industrializados similares sem restrição de ingredientes (FARIAS, 2009).

A Lei nº 8.543 de 23 de dezembro de 1992 regula a rotulagem de alimentos que contenham glúten, sendo obrigatória a advertência da presença do mesmo (BRASIL, 1992).

Além da qualidade nutricional, deve-se também levar em consideração a qualidade de vida de portadores de DC. Embora a maioria dos celíacos se sinta

acostumada à dieta recomendada, ainda há certo receio em atividades como comer fora de casa e de que os alimentos não sejam seguros (ARAÚJO et al., 2008).

2.2 Pão sem glúten

A fabricação de pão é uma das atividades mais antigas da humanidade. O cultivo de trigo para obtenção de farinha parece ter surgido na Mesopotâmia, aproximadamente onde hoje se encontra o Iraque, há mais de 17.000 anos. A farinha de trigo é a mais indicada para fabricação do pão, pois o mesmo depende das proteínas contidas no grão de trigo (EDWARDS, 2007). A mistura de água e proteínas da farinha sob trabalho mecânico forma as redes de glúten, estruturas que retêm os gases produzidos na fermentação. A massa obtida possui propriedades viscoelásticas; o gás carbônico produzido pela ação das leveduras sobre os açúcares da farinha fica retido na massa graças à capacidade de expansão da mesma (NUNES, 2008). Na verdade, a grande dificuldade de produzir pães sem glúten é justamente a obtenção de uma massa com propriedades viscoelásticas semelhantes à obtida com farinha de trigo (CÉSAR et al, 2006).

Para isso são utilizados alguns substitutos poliméricos, como as gomas; Lazaridou (2007) testou diferentes hidrocolóides à concentrações de 1 e 2% no comportamento reológico de massas sem glúten, sendo eles pectina, carboximetilcelulose (CMC), agarose, xantana e β -glucano. A massa adicionada de goma xantana foi a que apresentou comportamento mais próximo das massas amiláceas elaboradas a partir de farinha de trigo, sendo que sua curva farinográfica se assemelhou muito à da farinha de trigo. Contudo, foi a única que não apresentou aumento de volume, e uma das que causou endurecimento do miolo. O melhor desempenho geral neste estudo foi o pão elaborado com CMC a 2%, obtendo o maior escore de aceitação pelo público celíaco em teste sensorial.

A carboximetilcelulose, ou CMC, é obtida a partir do tratamento da celulose com solução de hidróxido de sódio (NaOH) e monocloroacetato de sódio ($\text{ClCH}_2\text{-COONa}$), que fazem com que as fibras da celulose inchem devido à entrada de água e de hidróxido de sódio entre as cadeias. A CMC tem a capacidade de formar filmes

e géis, tendo grande influência na atividade de água; sendo largamente utilizada como agente espessante em alimentos (BOBBIO, BOBBIO, 2001).

A goma guar, hidrocolóide solúvel em água, é largamente empregada em produtos de panificação pela sua capacidade de aumento de volume e viscosidade; é solúvel em água fria, formando dispersões coloidais. Além disso, os hidrocolóides retardam a retrogradação do amido – formando complexos com as cadeias de amilose – e aumentam a capacidade dos panificados de reter umidade, contribuindo positivamente para a qualidade geral e *shelf-life* destes produtos (MUNHOZ, WEBER, CHANG, 2004).

2.2.1 Farinha de arroz

A farinha de arroz freqüentemente é utilizada como fonte de amido base na preparação de panificados sem glúten. São produzidos cerca de 14% de grãos quebrados no processo de beneficiamento do arroz, representando economicamente apenas um quinto do valor obtido com a comercialização de grãos inteiros (LIMBERGUER et al., 2008). Considerando que apenas 10% destes grãos quebrados podem ser adicionados ao produto final, outro destino deve ser encontrado para esse sub-produto: ração animal e, mais recentemente, farinha de arroz (BORTOLATO et al., 2003). Segundo Júnior et al. (2008), o farelo de arroz, camada superficial do grão integral, representa 8% do mesmo, um sub-produto do polimento do arroz altamente rico em fibras, vitaminas, minerais, proteínas e lipídeos que pode contribuir para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Na Tabela 1 observa-se a composição centesimal em base seca da farinha de arroz crua. O grão de arroz possui um dos teores protéicos mais baixos do grupo dos cereais, apesar de sua proteína, a glutelina, ser de melhor qualidade (ARAÚJO et al., 2003). Santos et al. (2004) afirma que o farelo de arroz integral é capaz de formar um gel em contato com a parede intestinal que pode influenciar na absorção de cálcio e fósforo; porém, subprodutos de arroz não possuem volume expressivo de produção devido à falta de competitividade de aplicação em relação à farinha de trigo (SILVA, 2007).

Tabela 1. Composição centesimal em base seca de farinha de arroz crua

	Composição centesimal
Proteína	8,24
Gordura	0,46
Cinzas	0,42
Carboidratos	90,72
Fibras	0,17

Fonte: Bortolato et al., (2003).

2.2.2 Féculas

Outro ingrediente largamente utilizado na produção de panificados sem glúten é a fécula. Esta pode ser originária da batata, da araruta ou da mandioca. A fécula de mandioca é chamada popularmente de polvilho doce, enquanto que esta fécula fermentada é chamada de polvilho azedo. Apesar de serem provenientes da mesma matéria-prima, o polvilho doce e o azedo apresentam características distintas um do outro como, por exemplo, capacidade de expansão. O polvilho azedo apresenta maior capacidade de expansão comparado com o polvilho doce, porém possui menor capacidade de gelificação e menor estabilidade à agitação (PEREIRA, 1999).

A fécula de batata, por apresentar baixa temperatura de pasta (64°C) e baixa tendência à retrogradação, é largamente aplicada em produtos industrializados como sopas instantâneas, agente ligante em embutidos, dentre outras aplicações, contudo, ainda é importada pelo Brasil (LEONEL, 2005).

Pereira et al. (2004), avaliou o papel dos ingredientes do pão de queijo e afirma que os pães produzidos com polvilho azedo apresentam maior volume e textura mais porosa do que os produzidos com polvilho doce, mas é menos estável físico-quimicamente. Apesar disso, o uso de um ou de outro não resultou em diferença significativa sobre a estrutura da massa, diferença esta observada na presença e ausência de ovo e leite.

As funções do ovo e do leite são conferir características sensoriais favoráveis à massa, como coloração da casca, vida de prateleira e qualidade de assamento, no caso do leite, e melhor textura, sabor e cor no caso do ovo, além de ambos proporcionarem maior qualidade nutricional e de atuarem como agentes

emulsificantes. As gorduras vegetais têm por objetivo ajudar a reter o ar, ajudar na mastigação e na maciez do pão. Outro ingrediente utilizado na preparação de pão sem glúten é o vinagre. Este tem por função diminuir o pH da massa para melhor atuação da levedura, *Saccharomyces cerevisiae*, que promove a expansão da massa pela produção do gás resultante da fermentação. O sal e o açúcar atuam, respectivamente, no aroma e na coloração, além de ambos atuarem no sabor do pão (CÉSAR et al., 2006).

2.2.3 Fibras

As fibras alimentares exercem efeitos positivos no organismo. São polissacarídeos estruturais de plantas terrestres, normalmente não digeríveis pelo trato gastrointestinal humano (BOBBIO, BOBBIO, 2001). São divididas em fibras solúveis (FS) e fibras insolúveis (FI). As fibras solúveis estão presentes na maioria das leguminosas e em frutas, tendo função de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal e reduzir o colesterol; a maioria das pectinas, gomas e alguns tipos de hemicelulose fazem parte deste grupo. Já as fibras insolúveis não são digeríveis pelo homem e estão presentes, em sua maioria, em cereais e cascas de frutas. Das FI pode-se citar a celulose, algumas pectinas, a maioria das hemiceluloses e a lignina (MATTOS, MARTINS, 2000).

A farinha de arroz, base na alimentação de celíacos, possui baixa quantidade de fibras, tanto solúveis quanto insolúveis. A quantidade total de fibras no arroz branco polido é de 2,87% (1,82% FS e 1,05% FI), enquanto que no arroz integral é de 11,76% (2,82% FS e 8,93% FI). O arroz parbolizado polido contém um pouco mais de fibra que o arroz branco polido: 2,52% FS e 1,63% FI, totalizando 4,15% de fibras totais (WALTER, MARCHEZAN, AVILA, 2008). Turano et al. (2000) recomenda ingestão diária de 25 a 30 gramas de fibra alimentar total para população adulta e sadia. Mesmo tendo liberdade de consumir frutas, verduras e legumes, fontes importantes de fibras, é interessante existir a opção de um alimento derivado de cereais como fonte de fibras também.

2.2.4 Cálcio e Ferro

O cálcio está presente naturalmente no organismo dos seres humanos, em torno de 1200 gramas em homens adultos e 1000 gramas em mulheres adultas e 99% deste cálcio está nos ossos. Ele desempenha funções reguladoras em muitos processos bioquímicos e fisiológicos, como fosforilação oxidativa, coagulação sangüínea, contração muscular, divisão celular, secreção hormonal, dentre outros, além da função estrutural. Os principais inibidores da absorção deste mineral são os oxalatos e o fitatos, formando quelatos insolúveis (FENNEMA, 2008).

Se ingerido na quantidade adequada ainda durante a infância e vida jovem, as chances de perda óssea e, conseqüentemente, o surgimento da osteoporose, são sensivelmente reduzidos. As maiores fontes de cálcio se encontram no leite e seus derivados; a presença de fitatos na dieta e/ou consumo excessivo de carne, porém, dificultam a absorção deste mineral, conseqüentemente sua biodisponibilidade (NAVES et al., 2007). Da Silva (2003) associa a diferença média de estatura entre adolescentes celíacos do grupo controle, associada à desmineralização óssea a um possível atraso de diagnóstico devido a sintomas pouco específicos.

Os sais de cálcio mais utilizados na fortificação de alimentos são os orgânicos, por apresentar maior solubilidade; em particular para farinha de trigo destacam-se o carbonato, o fosfato e o sulfato de cálcio. Apesar de o carbonato de cálcio ser mais concentrado, 40%, o sulfato de cálcio, com concentração de 26%, é o mais biodisponível. Ainda assim, qualquer um destes sais pode ser adicionado em formulações para pão, pois não interferem na qualidade reológica da massa. (KAJISHIMA, PUMAR, GERMANI, 2003).

Para alcançar a IDR (ingestão diária recomendada) do cálcio em pães é necessária a adição de 2,2 g a 3,5 g de sais no produto final, o que geralmente causa odor e sabor de giz e mudanças na textura e na cor do produto final, além de certa sensação de areia na boca durante a mastigação. Recomenda-se adição de 665 mg de sulfato de cálcio por 100 g de farinha de trigo na panificação (KAJISHIMA, PUMAR, GERMANI, 2001).

Dois terços do ferro presente no organismo dos seres humanos é funcional; homens adultos apresentam em média 4 gramas de ferro no organismo e mulheres adultas 2,5 gramas. Este mineral atua no transporte de oxigênio, na respiração e

metabolismo energético, na destruição de peróxido de hidrogênio e na síntese de DNA. Encontrado predominante na natureza como ferro ferroso (Fe^{+2}), sua biodisponibilidade é determinada quase que inteiramente pela sua absorção no intestino. Os alimentos de origem animal possuem mais ferro biodisponível (ferro Heme) que alimentos de origem vegetal. Vegetarianos restritos obtêm apenas 5% da quantidade de ferro Heme diária recomendada (0,7 mg) enquanto que dietas com carne proporcionam a quantidade de ferro Heme necessária para suprir a necessidade diária, que é de 2 mg (FENNEMA, 2008). Na Tabela 2 estão as necessidades mínimas e máximas de ferro e cálcio em cada estágio de vida do ser humano.

Tabela 2. Quantidades recomendadas de ingestão diária de cálcio e ferro de acordo com o estágio de vida

	CÁLCIO (mg/dia)	FERRO (mg/dia)
ESTÁGIO DE VIDA		
<i>Lactentes</i>		
0-6 meses	210/ND	0,27/40
7 -12 meses	270/ND	11/40
<i>Crianças</i>		
1-3 anos	500/2500	7/40
4-8 anos	800/2500	10/40
<i>Homens</i>		
9-13 anos	1300/2500	8/40
14-18 anos	1300/2500	11/45
19-30 anos	1000/2500	8/45
31-50 anos	1000/2500	8/45
51-70 anos	1200/2500	8/45
>70 anos	1200/2500	8/45
<i>Mulheres</i>		
9-13 anos	1300/2500	8/40
14-18 anos	1300/2500	15/45
19-30 anos	1000/2500	18/45
31-50 anos	1000/2500	18/45
51-70 anos	1200/2500	18/45
>70 anos	1200/2500	18/45

Tabela 3. Quantidades recomendadas de ingestão diária de cálcio e ferro de acordo com o estágio de vida (continuação)

<i>Gestantes</i>		
<18 anos	1300/2500	27/45
19 a 30 anos	1000/2500	27/45
31 a 50 anos	1000/2500	27/45
<i>Lactantes</i>		
<18 anos	1300/2500	10/45
19 a 30 anos	1000/2500	9/45
31 a 50 anos	1000/2500	9/45

Fonte: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, 2003.

Muitas são as formas de ferro para fortificação utilizadas na indústria de alimentos. Especificamente para panificação, o sulfato ferroso é o mais utilizado como fortificador de farinhas; deve ser mantido abaixo de 40 ppm, caso contrário pode alterar aroma e sabor no produto final após longo armazenamento (FENNEMA, 2009).

Nabeshima et al. (2005) afirmam que as composições de ferro de grau alimentício liberadas pela legislação são o sulfato ferroso desidratado seco, fumarato ferroso, ferro reduzido 325mesh Tyler, ferro eletrolítico 325mesh Tyler, EDTA de ferro e sódio e ferro bisglicina quelato, sendo que o ferro reduzido é o mais utilizado em produtos à base de farinha de trigo, pois possui baixo custo, é inerte, não interfere no crescimento da massa, não promove rancificação e não altera a cor do produto final, apesar de ter coloração escura. O sulfato ferroso, de coloração bege, também possui baixo custo, mas pode promover o aparecimento de pontos escuros na crosta do pão após a cocção, além de rancificar rapidamente a gordura presente no mesmo.

O teor de ferro nos fortificantes, sua biodisponibilidade relativa e sua solubilidade em água podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 4. Tipos de ferro mais utilizados na fortificação de alimentos, com respectivos valores de biodisponibilidade e solubilidade

	TEOR DE FERRO (g/kg de fortificante)	BIODISPONIBILIDADE RELATIVA	SOLUBILIDADE EM ÁGUA
Sulfato ferroso	200	100	S
Gluconato ferroso	116	89	S
Fumarato ferroso	330	27-200	S
Pirofosfato férrico	240	21-74	I
Pirofostato férrico micronizado	240	100	Dispensível
Bis-glicinato ferroso	230	90-350	S
EDTA férrico e sódico	130	30-390	S
Ferro eletrolítico em pó	970	75	I
Pó de ferro reduzido em hidrogênio	97	13-148	I
Pó de ferro reduzido em carbono	99	5-20	I

Fonte: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2003).

Segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), cada 100g de farinha de milho e trigo devem conter 4,2mg de ferro (BRASIL, 2002). Tuma et al (2003) afirma que a utilização de ferro quelato, na concentração de 0,2g/kg de farinha, tem alcançado bons resultados tanto na quantidade de ferro no produto final (94%) quanto na avaliação sensorial. A escolha do sal de cálcio a ser utilizado baseou-se no trabalho de Cook, Dassenko e Whittaker (1991), que não encontraram diferença de absorção de ferro ao utilizar carbonato de cálcio na suplementação de hambúrguer.

A definição do processo de adição de micronutrientes em alimentos é separada em cinco grupos: restauração, fortificação, enriquecimento, substituição e padronização. Essa adição para corrigir deficiências na dieta da população ganhou força após as duas Grandes Guerras e, atualmente, seu principal objetivo é direcionado para prevenção de doenças (RANSLEY, DONNELLY, READ, 2001).

As definições dos termos estão na Tabela 4:

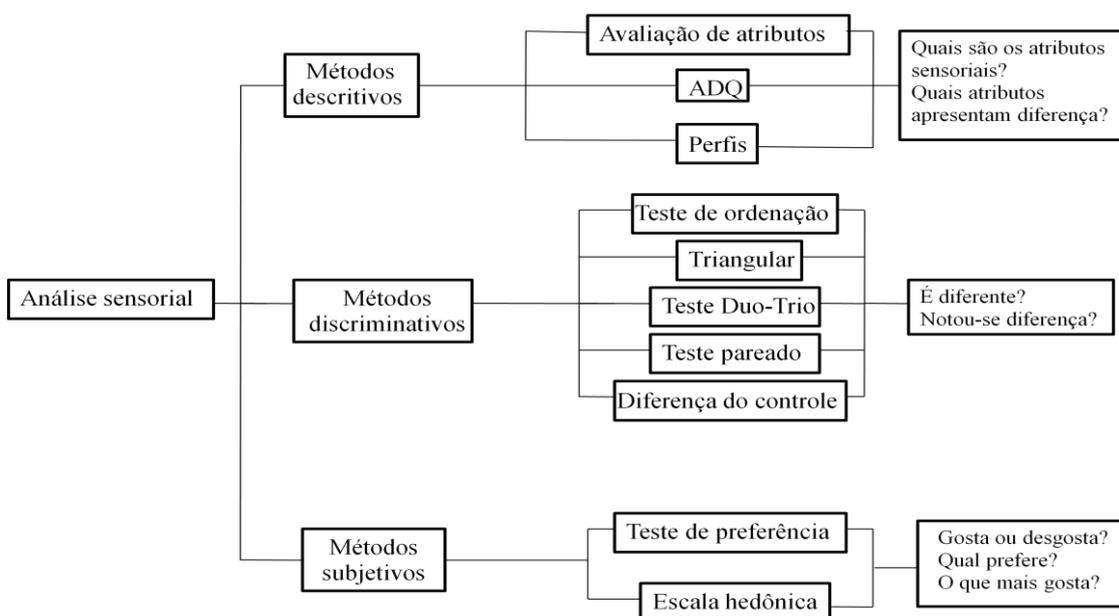
Tabela 5. Definição dos termos utilizados para descrever o processo de adição de micronutrientes em alimentos

Termo	Definição
<i>Restauração</i>	Adição de nutrientes perdidos no processamento em quantidades que resultam em restauração total ou parcial do nível antes de o alimento ser processado
<i>Fortificação</i>	Adição de nutrientes independentemente se pré-existentes ou não no alimento, com propósito de prevenção ou correção nutricional de um grupo específico da população
<i>Enriquecimento</i>	Adição de um ou mais nutrientes já presentes no alimento a fim de o tornar uma fonte mais rica
<i>Padronização</i>	Adição de nutrientes para compensar variações no conteúdo dos mesmos
<i>Substituição</i>	Adição de um nutriente em um alimento substituto no nível do alimento que se quer substituir

Fonte: Codex Alimentarius Commission (1987).

2.3 Análise Sensorial

São muitas as aplicações da análise sensorial no ramo da indústria de alimentos. Ela é utilizada no desenvolvimento de produtos como controle de etapas e direcionamento da pesquisa, como avaliador custo na substituição de matérias-primas menos onerosas, controle de embalagem, controle de qualidade, dentre outras aplicações. São classificados em três tipos de métodos, conforme Figura 1: métodos discriminativos, métodos descritivos e métodos subjetivos (DUTCOSKY, 1996).



Fonte: Beefpoint

Figura 1. Classificação dos testes sensoriais

2.3.1 Métodos discriminativos

Aplicados também em áreas como psicologia, fisiologia e nutrição, estes testes apontam três tipos de diferenças: diferenças simples, diferenças direcionais e diferenças de preferência-qualidade. No campo dos alimentos são utilizados para detectar variações sensoriais em alimentos que sejam resultantes de alterações químicas e físicas (TEIXEIRA, MEINERT, BARBETTA, 1987).

Uma amostra padrão é identificada com a letra P e a(s) outra(s) com código de números aleatórios de três dígitos; o provador é orientado a avaliar o grau de diferença entre as amostras conforme escala apresentada. Com este teste é possível saber se há diferença significativa entre as amostras e o padrão, além de estimar o grau desta diferença. Recomendando-se de 20 a 50 julgamentos, e os resultados são avaliados pela Análise de Variância (ANOVA) e teste de média Dunnet (DUTCOSKY, 1996).

2.3.2 Métodos subjetivos

Este tipo de teste expressa algum grau de gostar, diferentemente de testes de preferência, que tem influência de fatores como idade, religião, sexo, influências econômicas, dentre outras, e implica no grau máximo de gostar ou desgostar (TEIXEIRA, MEINERT, BARBETTA, 1987).

Existe diferença entre os termos “preferência” e “aceitabilidade”. Preferência significa a expressão do grau de gostar, bem como a escolha de uma amostra em relação à outra; a aceitabilidade pode ser quantificada pela preferência ou pelo grau de gostar (DUTCOSKY, 1996). Logo, o Teste de Preferência com escala hedônica de 9 pontos, sendo 1 desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo requer menor tempo para avaliação, tem ampla faixa de aplicação e, principalmente, pode ser aplicado em provadores pouco treinados. Ainda, neste método as respostas são baseadas em sensações e não no uso da razão, considerado mais válido como real avaliação do alimento (TEIXEIRA, MEINERT, BARBETTA, 1987).

2.3.3 Métodos descritivos

Tem por objetivo definir as propriedades do alimento da forma mais objetiva possível, não levando em conta as preferências do julgador. Pode-se obter perfis de atributos específicos como sabor, aroma, intensidade de cor, dentre outros. Também aplica-se o método ADQ (análise descritiva quantitativa) com treinamento de painel de julgadores (ANZALDUA-MORALES, 1994).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da formulação para pão sem glúten branco e integral fortificado com ferro e cálcio foi realizado no Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos; os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do mesmo Instituto em três sessões (três dias).

3.1 Material

Os ingredientes utilizados na formulação dos pães sem glúten foram fécula de mandioca, fécula de batata, farinha de arroz normal, farinha de arroz integral, creme de arroz, farinha de soja, leite integral em pó, gordura vegetal, ovos, açúcar, sal, fermento, liga neutra para sorvete, carbonato de cálcio e ferro quelato, ambos adquiridos na Química Delaware. Utilizou-se balança analítica (Figura 2(a)) e forno elétrico Fisher® (Figura 2(b)) para pesagem e forneamento das formulações, respectivamente.

3.2 Desenvolvimento das formulações

Inicialmente pesquisou-se em sites de associações de celíacos formulações de pão sem glúten, sendo que nenhuma delas resultou em um produto satisfatório do ponto de vista da semelhança com o pão produzido com farinha de trigo. A maioria das massas apresentou pouquíssima viscoelasticidade, sendo, na sua maioria, extremamente líquidas.

Partiu-se então para o desenvolvimento de uma formulação selecionando e combinando ingredientes de todas as receitas testadas. Identificou-se que os ingredientes em comum eram açúcar, sal, fermento biológico, ovos, leite, gordura vegetal, algum tipo de fécula e farinha ou creme de arroz. Uma das formulações pré-gelatinizava o amido da fécula com água e tratamento térmico, resultando em uma massa com visco-elasticidade semelhante ao glúten. A essa massa eram incorporados o restante os ingredientes, sendo possível sovar a massa como se tivesse sido preparada com farinha de trigo. Contudo, o leite em pó conferiu aroma

pouco característico e coloração muito amarelada ao miolo do pão, ficando com aparência de pão de milho, o que não é o objetivo deste trabalho.

Substituiu-se então parte do leite em pó por farinha de soja e a parte da fécula de mandioca que era gelatinizada por fécula de batata. Chegou-se à conclusão que a porcentagem de farinha de arroz, normal ou integral, deveria ficar abaixo de 20%, pois a partir deste valor o pão apresentou acentuado sabor de giz; substituiu-se parte da farinha de arroz por creme de arroz (32,6%) na tentativa de mascarar melhor este efeito indesejado que seria conferido também pelo sal de cálcio adicionado; na formulação para pão integral utilizou-se farinha de arroz integral totalizando a porcentagem de farinha de arroz branca e creme de arroz. Utilizou-se também liga neutra (CMC, goma guar e açúcar), largamente aplicada em sorvetes, além da fortificação com ferro e cálcio. Vê-se que o termo correto para o caso deste trabalho é “fortificação”, pois quer-se justamente prevenir o aparecimento de enfermidades devido à dieta pobre mineralmente corrigindo a ingestão destes minerais.

Preparou-se o mix de farinhas com creme e as farinhas de arroz (normal ou integral), a farinha de soja, a fécula de mandioca, o leite em pó e a liga neutra, acrescentando os fortificantes no dia de preparo dos pães. A esse mix juntou-se o açúcar e o fermento biológico seco. Deixou-se esta mistura à espera enquanto a fécula de batata era acrescida de água e levada ao fogo médio por 2 minutos até formar a massa viscoelástica. À mistura que estava descansando acrescentou-se os ovos, o óleo de soja e a margarina; estes ingredientes foram homogeneizados e a eles foi acrescentada a massa feita a partir da fécula de batata. A massa foi sovada manualmente.

Fez-se o boleamento, colocou-se a massa em uma forma previamente untada com óleo, que também foi pincelado na superfície para evitar que esta rachasse; a massa cresceu por 1 hora no forno elétrico mantido a 50°C. O forneamento foi feito no mesmo forno elétrico a 200°C por 30 minutos. Após esse tempo os pães foram retirados do forno e resfriados à temperatura ambiente (Figura 2(c)), para então serem desenformados. As amostras foram fatiadas e servidas para a análise sensorial no dia do forneamento ou embaladas e congeladas para posterior descongelamento, fatiamento e aplicação da análise sensorial (Figura 2(d)).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2. (a) balança centesimal 4 casas utilizada na pesagem dos ingredientes; (b) forno elétrico utilizado na cocção dos pães; (c) amostra de pão branco utilizado no Teste de Comparação e (d) disposição das amostras do Teste de Comparação

Tabela 6. Formulação final para pão branco e integral com suas quantidades utilizadas e porcentagens com relação a todos os ingredientes

INGREDIENTES	%	PESO (g)
Mix	52,00	338,00
Água	25,30	164,45
Fécula de batata	8,43	54,80
Ovos	8,43	54,80
Margarina	2,10	13,65
Óleo de soja	1,26	8,20
Fermento biológico seco	0,84	5,46
Sal	0,84	5,46
Açúcar	0,80	5,20
TOTAL	100,00	650,00

O cálculo para adição dos fortificantes foi feito com base na quantidade de ferro presente em 1 quilograma de fortificante (mg Fe/ kg fortificante) e na quantidade de sais de cálcio que o produto final deve possuir para fornecer a IDR (ingestão diária recomendada) de cálcio. A adição de ferro quelato foi calculada para se adequar à RDC nº 344 de 13 de dezembro de 2002, que estipula a presença mínima de 4,2mg Fe/100g de farinha; já a adição de carbonato de cálcio foi calculada para fornecer 10% da IDR deste mineral.

A formulação final foi calculada para um peso de massa crua de 400g; pesou-se as amostras de pão normal e integral antes e depois de forneados a fim de obter dados sobre porcentagem de perda. O mix de farinhas para pão branco e integral foi pesado anteriormente, deixando-se para proceder com a fortificação no dia do preparo das formulações, segundo o fluxograma de produção (Figura 3).

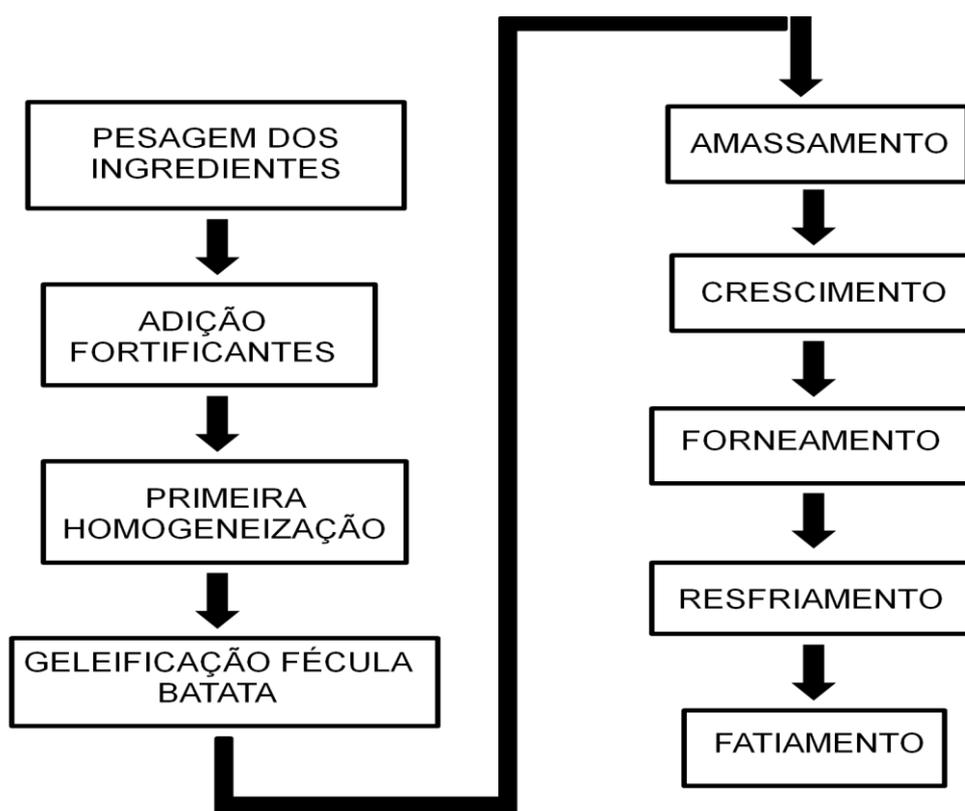


Figura 3. Fluxograma de produção

A formulação do mix de farinhas com a adição dos fortificantes pode ser visualizada na Tabela 6.

Tabela 7. Formulações finais do mix de farinhas para pão branco e integral, com suas quantidades utilizadas e porcentagens com relação a todos os ingredientes

INGREDIENTES MIX	Pão branco		Pão integral	
	%	PESO (g)	%	PESO (g)
Fécula de mandioca	34,400	172,000	34,400	172,000
Farinha de arroz	24,800	124,000	-	-
Farinha de arroz integral	-	-	36,800	184,000
Leite em pó	17,200	86,000	17,200	86,000
Creme de arroz	12,000	60,000	-	-
Farinha de soja	10,000	50,000	10,000	50,000
Liga neutra	1,550	7,750	1,550	7,750
Carbonato de cálcio	0,033	0,165	0,033	0,165
Ferro quelato	0,017	0,085	0,017	0,085
TOTAL	100,000	500,000	100,000	500,000

3.3 Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Todos os testes foram aplicados em indivíduos normais (não-celíacos) devido à gravidade de um portador de DC ingerir glúten acidentalmente. Segundo a Codex Alimentarius Commission WHO/FAO, para ser livre de glúten, o alimento deve ter em sua composição a detecção de concentrações de prolamina não superiores a 10mg/ 100g de alimento (WHO/FAO, 2010).

3.3.1 Testes de Diferenças

Foram aplicados dois Testes de Comparação com o padrão e um Teste de Aceitação. O primeiro teste sensorial, Teste de Comparação com o padrão, tinha

como objetivo verificar se a formulação desenvolvida se assemelhava a produtos já existentes no mercado. Este teste foi aplicado somente com a formulação de pão branco, uma vez que o padrão era pão branco. Doze (12) provadores analisaram a formulação, sendo 2 homens e 10 mulheres. O teste foi realizado no dia em uma sexta-feira (08/10/2010) pela manhã. Os provadores receberam uma amostra do pão sem glúten existente no mercado (padrão) e uma amostra do pão branco desenvolvido em laboratório. As amostras foram dispostas em pratos brancos com a devida identificação nas bordas do mesmo; os pratos com as amostras foram colocados em cabines individuais, acompanhados de um copo de água, da ficha e de lápis, conforme Figura 4 (a) e (b).



Figura 4. Cabine individual de análise sensorial

O provador foi orientado a utilizar uma escala de 7 pontos (1- extremamente pior que o padrão, 7- extremamente melhor que o padrão) e a tomar água entre uma amostra e outra, conforme modelo de ficha da Figura 5.

Nome:	Idade:	Data:					
Você está recebendo uma amostra de pão sem glúten. Avalie-a cuidadosamente, comparando com o Padrão segundo a escala abaixo, lembrando de beber um pouco de água entre as amostras.							
1-Muitíssimo pior que o padrão	2-Muito pior que o padrão	3-Pior que o padrão	4-Igual ao padrão				
5-Melhor que o padrão	6-Muito melhor que o padrão	7-Muitíssimo melhor que o padrão					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>AVALIAÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">591</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		CÓDIGO	AVALIAÇÃO	591			
CÓDIGO	AVALIAÇÃO						
591							
OBS:.....							
.....							

Figura 5. Modelo de ficha para Teste Sensorial de Comparação com o padrão

Foi realizado um segundo teste baseado no resultado do primeiro, aplicando com a mesma ficha que o primeiro teste e somente com a formulação de pão branco. O objetivo do segundo teste foi o de reavaliar a formulação desenvolvida repetindo as condições da amostra padrão, que já era fornecida e congelada, a fim de evitar que a disparidade de tempo de prateleira interferisse na avaliação. Decidiu-se proceder desta maneira segundo observações feitas pelos provadores de que a amostra padrão se assemelhava a “pão dormido”, muito diferente, portanto da formulação preparada e fornecida poucas horas antes do teste.

3.3.2 Teste de Aceitação

O último teste sensorial realizado foi o Teste de Aceitação, com escala hedônica de 9 pontos (1- Desgostei muitíssimo, 9- Gostei muitíssimo) segundo modelo de ficha da Figura 6. Este teste foi aplicado para as formulações de pão branco e integral com as amostras tendo sido preparadas, fornecidas e congeladas com dois dias de antecedência.

O teste não foi realizado com painel treinado; também não se sabia se os provadores tinham tido algum contato com produtos sem glúten ou não.

As médias dos atributos deste teste foram avaliados estatisticamente utilizando Análise de Variância ANOVA® e teste de Tukey para diferença de médias a nível de 5% de significância.

Nome:		Idade:		Data:		
<p>Você está recebendo duas amostras de pão sem glúten fortificados com ferro e cálcio, uma normal e outra integral. Avalie cada atributo conforme a escala abaixo, lembrando de tomar um pouco de água entre as amostras.</p>						
1- desgostei muitíssimo		5- nem gostei nem desgostei				
2- desgostei muito		6- gostei levemente				
3- desgostei moderadamente		7- gostei moderadamente				
4- desgostei levemente		8- gostei muito				
		9- gostei muitíssimo				
AMOSTRA	Aparência do miolo	Aroma	Sabor	Textura	Cor da casca	Avaliação global
962						
750						
OBS.....						
.....						

Figura 6. Modelo de ficha para Teste de Aceitação

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise sensorial – Testes de Comparação com o padrão

O primeiro Teste de Comparação com o padrão foi realizado com 12 provadores (painel não-treinado) não-celiacos sem fazer distinção de sexo e idade, apenas para ter-se uma idéia global das formulações desenvolvidas. Foi aplicado apenas para a formulação de pão branco, uma vez que a amostra utilizada como padrão era de pão branco. A nota mais baixa recebida foi 5 (melhor que o padrão) e a mais alta foi 7 (extremamente melhor que o padrão), resultando em média 6,6 equivalente a “muito melhor que o padrão”. Dividindo-se a média pela nota máxima da escala tem-se índice de aprovação de 90,48%.

Contudo, observações feitas pelos provadores chamaram a atenção para o fato de que o pão utilizado como padrão divergia muito quanto ao frescor da formulação que havia sido preparada naquele mesmo dia. Observou-se que o teste não poderia ser conclusivo havendo tamanha disparidade entre as duas amostras servidas, disparidade esta que influenciava positivamente a formulação desenvolvida no laboratório e negativamente a amostra padrão.

O segundo Teste de Comparação com o padrão foi aplicado com nova amostra padrão e formulação de pão branco preparada, forneada e congelada dois dias antes. As duas amostras (formulação de pão branco desenvolvida e amostra padrão) foram descongeladas ao mesmo tempo nas mesmas condições ambientais, esperando-se obter resultados mais conclusivos no teste aplicado. Este teste contou com 27 provadores, sendo 6 do sexo masculino e 21 do sexo feminino, com idades entre 17 e 65 anos.

A média deste novo teste foi inferior à anterior (média 6,04), indicando que o congelamento da amostra por dois dias interferiu negativamente nas características gerais da formulação. Ainda assim, o índice de aprovação desta amostra foi de 86,24%, considerada satisfatória para seguir com os testes. Segundo observações feitas pelos provadores, a amostra padrão estava extremamente seca e quebradiça, além de possuir sabor e aroma pouco acentuados e aparência desagradável.

4.2 Análise Sensorial – Teste de Aceitação

O Teste de Aceitação foi aplicado com as formulações finais para pão branco e integral. As amostras foram preparadas, forneadas e congeladas dois dias antes do teste. Apesar do teste anterior ter indicado influência do congelamento por um curto período de tempo nas características gerais da formulação, escolheu-se utilizar amostras preparadas com dois dias de antecedência, uma vez que os produtos deste tipo encontrados em supermercados eram todos congelados.

O terceiro teste avaliou aceitação de 5 atributos das amostras (aparência do miolo, aroma, sabor, textura e cor da casca), além da aceitação global do produto. Foi realizado com 5 provadores do sexo masculino e 22 do sexo feminino, totalizando 27 provadores com idades entre 19 e 63 anos. As médias obtidas em cada atributo estão na Tabela 7:

Tabela 8. Médias obtidas para Teste de Aceitação avaliando cinco atributos e avaliação global das formulações finais de pão branco e pão integral sem glúten fortificados com ferro e cálcio

	Amostra pão branco	Amostra pão integral
Aparência do miolo	7,30 ^a	5,67 ^b
Aroma	6,48 ^a	6,37 ^a
Sabor	7,07 ^a	7,11 ^a
Textura	6,74 ^a	6,48 ^a
Cor da casca	7,41 ^a	6,89 ^a
Avaliação global	7,07 ^a	6,70 ^a

^{ab} Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ao nível de 5% de significância. ($p \leq 0,05$)

4.2.1 Aparência do miolo

As notas para aparência do miolo variaram entre 4 e 9 (desgostei ligeiramente e gostei muitíssimo) para o pão branco e entre 2 e 9 (desgostei muito e gostei muitíssimo) para o pão integral, resultando em média 7,3 para o primeiro e média 5,67 para o segundo. O principal motivo para a média sensivelmente menor obtida pelo pão integral foi a aparência de embatumado do mesmo, segundo as

observações feitas pelos provadores nas fichas. O índice de aprovação para o pão branco foi de 81,07%, enquanto que para o pão integral foi de 62,96% para este atributo (Tabela 8), indicando que a aparência do pão integral deve ser melhorada.

Tabela 9. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aparência do miolo”

	Amostra pão branco	Amostra pão integral
Média	7,30	5,67
Índice de aceitação	81,07%	62,96%

Pelo histograma de distribuição (Figura 7) é possível perceber com maior clareza a diferença entre o pão branco e integral quanto a este atributo. Para o pão branco, 44,4% dos provadores apontaram para o penúltimo grau de gostar, enquanto que este mesmo grau de aceitação do pão integral para este atributo foi apontado por apenas 14,8% dos provadores. A nota apontada pela maioria dos provadores para a aparência do miolo do pão integral foi 4, correspondendo ao primeiro grau de desgostar, correspondendo a 29,6% dos julgadores.



Figura 7. Histograma de distribuição para o atributo “aparência do miolo”

O valor de F calculado para o atributo foi de 38,72, extremamente maior que o valor de F tabelado para 5% de significância ($F_{\text{tabelado}} = 4,032$), ou seja, as amostras diferem estatisticamente entre si quanto a este atributo.

López et al. (2004) testaram dois tipos de fécula (mandioca e milho) e farinha de arroz como substituto total da farinha de trigo em pães sem glúten. A avaliação física e sensorial mostraram que as três amostras diferiram entre si neste atributo. A amostra elaborada com farinha de arroz foi a que obteve maiores valores de aceitação de todos os atributos avaliados, apresentando maior maciez e consistência, além de alvéolos pequenos e bem distribuídos. A amostra elaborada com fécula de milho apresentou alvéolos maiores e a amostra com fécula de mandioca não apresentou alvéolos, possuindo estrutura de miolo gomosa e desagradável. A mistura da farinha com as féculas (45, 35 e 20% de farinha de arroz, fécula de milho e fécula de mandioca) resultou em miolo com alvéolos de tamanho uniforme e bem distribuídos.

4.2.2 Aroma

No caso do atributo “aroma”, as notas variaram entre 4 e 9 (desgostei ligeiramente e gostei muitíssimo) para o pão branco e entre 3 e 8 (desgostei moderadamente e gostei muito) para o pão integral, com médias 6,48 para o primeiro e 6,37 para o segundo. Apesar de a amostra integral ter obtido notas inferior e superior mais baixas que a amostra de pão branco, obteve média do atributo semelhante ao mesmo. O índice de aprovação para o pão branco foi de 72,02%, enquanto que para o pão integral foi de 70,78% para este atributo. Nenhum dos julgadores fez qualquer observação quanto ao aroma das amostras (Tabela 9).

Tabela 10. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aroma”

	Amostra pão branco	Amostra pão integral
Média	6,48	6,37
Índice de aceitação	72,02%	70,78%

No histograma de distribuição para este atributo (Figura 8) vê-se que a mesma porcentagem de provadores (3,7%) avaliou o aroma dos pães como primeiro grau de desgostar. Para o pão branco, a maioria dos julgadores (29,6%) nem gostou nem desgostou do aroma do mesmo, enquanto que para o pão integral esta

porcentagem foi de 26%. A maior parte dos provadores (29,6%) gostaram moderadamente do aroma do pão integral, enquanto que este mesmo grau de gostar foi apontado por apenas 18,5% dos provadores quanto ao pão branco. Apesar de o pão integral ter recebido a nota inferior mais baixa que o pão branco e nenhuma nota correspondente ao mais alto grau de gostar, sua aceitação foi maior no segundo e no terceiro grau de gostar (29,6% e 26% dos provadores, respectivamente) do que o pão branco (18,5% e 22,2% dos provadores, respectivamente). Contudo, 7,4% dos provadores concederam o mais alto grau de gostar para o aroma do pão branco, o que pode ter influenciado no índice de aceitação maior obtido por esta amostra.

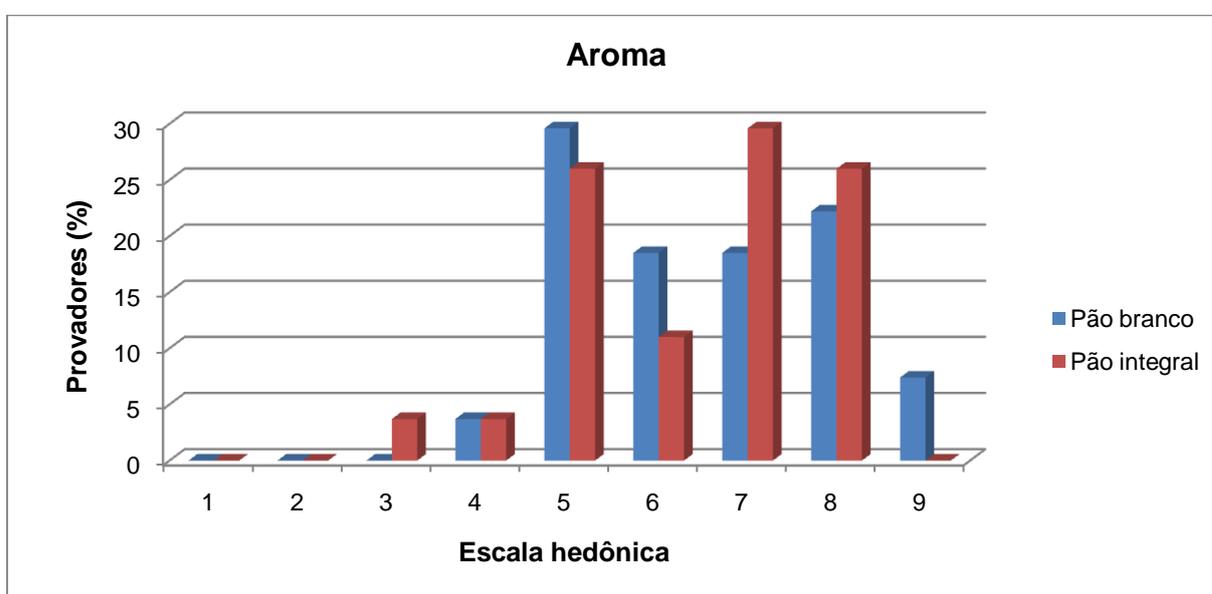


Figura 8. Histograma de distribuição para o atributo “aroma”

O valor de F calculado para o atributo foi de 0,43, valor menor que o valor de F tabelado para 5% de significância ($F_{\text{tabelado}} = 4,032$), ou seja, as amostras não diferem estatisticamente entre si quanto a este atributo.

Rolim et al. (2010) obtiveram resultados diferentes de aceitação quanto ao aroma no desenvolvimento de pão formulado com farinha de *yacon* (tubérculo de origem andina). A amostra com 6% de *yacon* e 3% de gordura (média 4,82) diferiu estatisticamente a 5% de significância da amostra com 11% de *yacon* (média 5,53) e sem gordura, e ambas diferiram da amostra padrão (média 6,86). Contudo, a homogeneidade das amostras em outros atributos mais expressivos (sabor, porosidade, textura e qualidade global) e as vantagens oferecidas pela farinha de

yacon – propriedades prebióticas – levaram os autores a concluir que a fabricação deste tipo de pão é promissora.

4.2.3 Sabor

Para o atributo “sabor” as notas variaram entre 4 e 9 (desgostei ligeiramente e gostei muitíssimo) para o pão branco e também entre 4 e 9 para o pão integral, com média acima de 7 para ambas as formulações, sendo 7,07 para o pão branco e 7,11 para o pão integral. Este talvez seja o atributo avaliado mais importante, uma vez que nenhum dos provadores parece ter notado influência da fortificação. Muitos provadores salientaram que o sabor de giz característico de pães sem glúten parecia estar mais mascarado na amostra integral, o que pode estar relacionado justamente com a farinha integral do mesmo, uma vez que é o único ingrediente diferente entre as duas formulações. O índice de aprovação para o pão branco foi de 78,60%, enquanto que para o pão integral foi de 79,01% para este atributo (Tabela 10).

Tabela 11. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “sabor”

	Amostra pão branco	Amostra pão integral
Média	7,07	7,11
Índice de aceitação	78,60%	79,01%

O histograma do atributo “sabor” (Figura 9) revela que ambas as amostras receberam o segundo maior grau de gostar pela mesma e maior porcentagem de provadores, 33,3%, indicando ótima aceitação quanto a este atributo. O pão integral superou o pão branco tanto na nota inferior quanto na superior; o primeiro grau de desgostar foi apontado por 11,1% dos provadores para o pão integral, enquanto que apenas 3,7% dos mesmos julgou o pão branco da mesma forma. Analogamente, 14,8% dos provadores concederam o mais alto grau de gostar para o pão integral, sendo que 7,4% fizeram o mesmo para o pão branco, refletindo no maior índice de aceitação obtido pela amostra integral. Ainda assim, ambas as amostras receberam o segundo maior grau de gostar pelo mesmo número de julgadores.

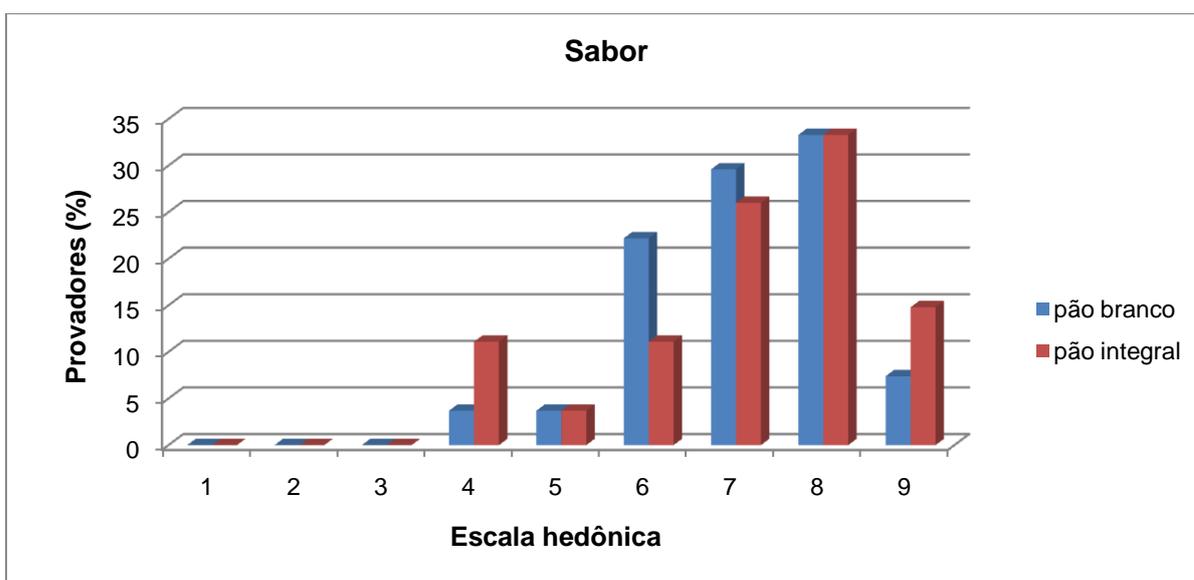


Figura 9. Histograma de distribuição para o atributo "sabor"

Pela análise dos valores de $F_{\text{calculado}}$ e F_{tabelado} , as amostras não diferem estatisticamente entre si quanto a este atributo a 95% de confiança. O valor de F calculado para o atributo foi de 0,03, valor menor que o valor de F tabelado para 5% ($F_{\text{tabelado}} = 4,032$) de significância.

Centenaro et al. (2007) enriqueceram pão com proteína de peixe de baixo valor comercial de duas formas: polpa úmida (PU) a 30, 40 e 50% e polpa seca (PS) a 3 e a 5%. Os autores verificaram através do Teste de Ordenação que as amostras a 50% de PU e 3 e 5% de PS obtiveram as maiores médias de aceitação, sendo então submetidas a uma nova avaliação com painel treinado para obter o perfil de alguns atributos, dentre eles o sabor. A amostra adicionada de PS (média não diferiu significativamente da amostra padrão (sem adição de PS ou PU), enquanto que a amostra com PU diferiu significativamente da amostra padrão. No entanto, a adição de mais de 3% de PS prejudicou as características tecnológicas dos pães, levando os autores a concluir que, apesar deste decréscimo na característica tecnológica do produto, o sensível acréscimo na quantidade de proteína do produto final torna o enriquecimento protéico através de polpa de peixe altamente recomendável.

Já Lannes et al. (2004) avaliaram se amostras de pão com substituição da sacarose normalmente utilizada por xarope de frutose e combinação de frutose com sacarose poderia influenciar na aceitação de alguns atributos, já que esta substituição poderia melhorar a qualidade umectante do pão e por conseguinte seu

shelf life. O sabor não diferiu estatisticamente a 5% de significância entre as duas amostras ($F_{\text{calculado}}=7,068$ maior que $F_{\text{tabelado}}=4,765$), apesar de ter havido maior preferência pela amostra com sacarose (padrão). Apesar disto, não foram detectadas variações que no conjunto afetassem a qualidade do pão.

Júnior et al. (2009) obtiveram médias de 7,36; 7,08; 5,96; 5,18 e 5,41 (em escala hedônica estruturada de 9 pontos) para pães com substituição de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de farinha de trigo (FT) por farelo de arroz torrado (FAT), sendo que o controle (0% FAT) não diferiu estatisticamente da formulação com a menor substituição de FT por FAT. Os autores concluíram que a substituição de 7,5% de FT por FAT é viável na obtenção de produtos panificados com maior teor de fibras.

4.2.4 Textura

Na avaliação da textura, as notas variaram entre 3 e 9 (desgostei moderadamente e gostei muitíssimo) para o pão branco e entre 1 e 9 (desgostei muitíssimo e gostei muitíssimo) para o pão integral, com média abaixo de 7 (gostei moderadamente) para ambas as formulações. A formulação de pão branco obteve média 6,74 enquanto que o pão integral obteve média 6,48. Observações de alguns julgadores chamaram a atenção para a sensação de arenosidade. O índice de aprovação para o pão branco foi de 74,90%, enquanto que para o pão integral foi de 72,02% para este atributo (Tabela 11).

Tabela 12. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “textura”

	Amostra pão branco	Amostra pão integral
Média	6,74	6,48
Índice de aceitação	74,90%	72,02%

Segundo o histograma de distribuição para a textura (Figura 10), o segundo grau mais alto de gostar foi apontado por mais provadores para o pão integral (29,6%) do que para o pão branco (25,9%). Apesar disso, o índice de aprovação neste quesito foi maior para o pão branco, pois 3,7% dos provadores desgostaram muitíssimo da textura do pão integral. A nota mais baixa obtida pelo pão branco foi 3, apontada pela mesma quantidade de pessoas para o pão integral também (3,7%).

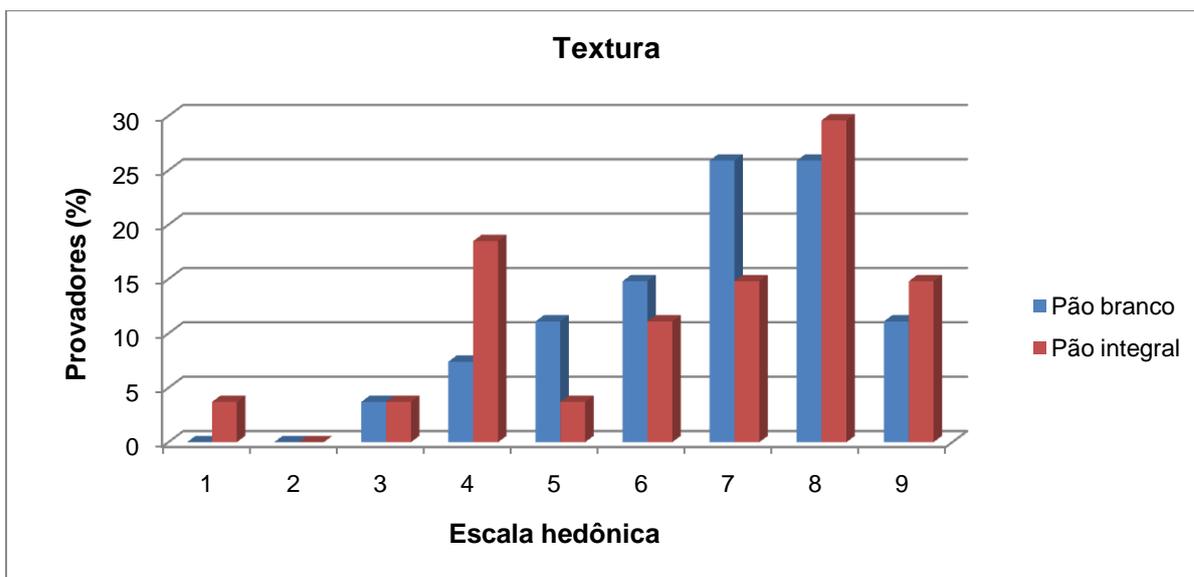


Figura 10. Histograma de distribuição para o atributo "textura"

As amostras, contudo, não diferem estatisticamente entre si na textura, pois o valor de F calculado para o atributo foi de 1,33, valor menor que o valores de F tabelado para 5% ($F_{\text{tabelado}} = 4,032$) de significância.

Cantuária et al. (2008) enriqueceram pão de forma com 5, 10 e 15% de *okara* (resíduo sólido da obtenção do "leite" de soja) para obter um produto com maior quantidade de fibras. O Teste de Comparação Múltipla mostrou que as amostras diferiram entre si a 5% de significância quanto à textura, com médias 3,9; 5,06 e 6,73 (em escala de 9 pontos, onde 1 é extremamente melhor que o padrão) para 5, 10 e 15% de *okara*, respectivamente, observando que a queda na aceitação do atributo foi diretamente proporcional à concentração de *okara*.

4.2.5 Cor da casca

Para a cor da casca as notas variaram entre 4 e 9 (desgostei ligeiramente e gostei muitíssimo) para ambas as amostras de pão branco e integral, sendo que a primeira obteve média 7,41 e a segunda média 6,89. O índice de aprovação para o pão branco foi de 82,30%, enquanto que para o pão integral foi de 76,34% para este atributo. Segundo observações dos julgadores, a crosta superior estava clara demais, dando sensação de pouco cozimento (Tabela 12).

Tabela 13. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “cor da casca”

	Amostra pão branco	Amostra pão integral
Média	7,41	6,89
Índice de aceitação	82,30%	76,34%

Na Figura 11 nota-se que nenhum provador atribuiu nota inferior a 4 para a cor da casca das amostras; o pão integral foi apontado por mais julgadores no primeiro grau de desgostar e indiferente (11,1% e 7,4%, respectivamente) que o pão branco (3,7% para ambas as notas). No primeiro grau de gostar, no entanto, ambas as formulações obtiveram o mesmo número de escolha dos julgadores (14,8%), sendo que o pão integral superou o pão branco quando se tratou da nota 7 na escala de nove pontos (29,6% para o integral e 25,9% para o branco). Na contagem geral, no entanto, a cor da casca do pão branco obteve maior índice de aceitação, pois 29,6% dos provadores avaliaram como “gostei muito”, contra 22,2% para o pão integral. A porcentagem de julgadores que gostaram muitíssimo da cor da casca do pão branco também foi maior que do pão integral (22,2% contra 14,8%).

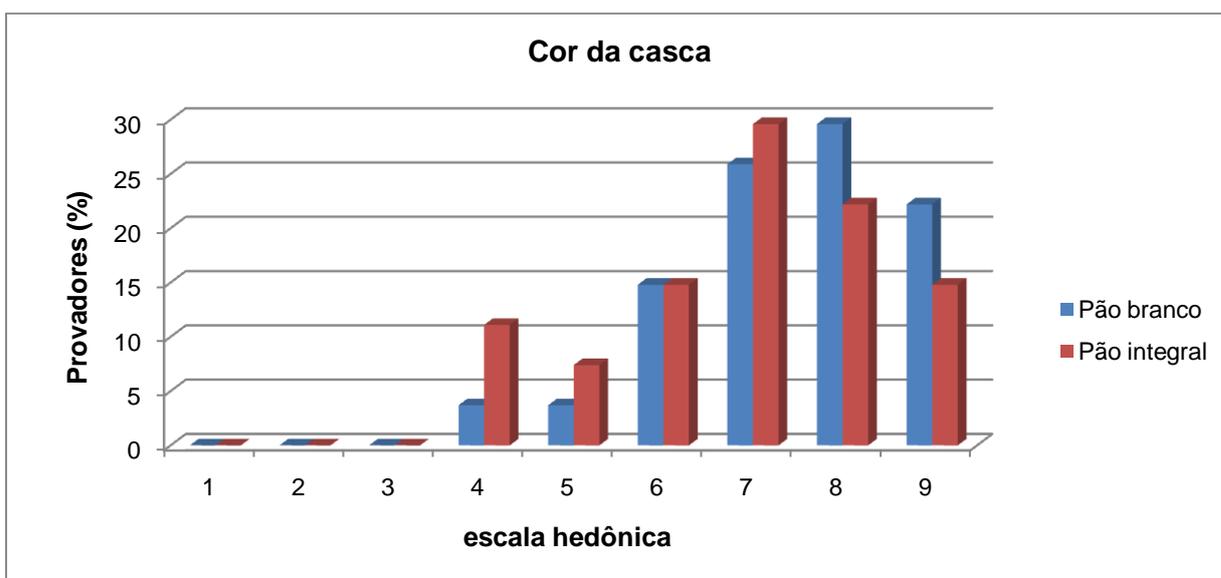


Figura 11. Histograma de distribuição para o atributo “cor da casca”

O valor de F calculado para o atributo foi de 4,79, valor maior que o valor de F tabelado para 95% de significância ($F_{\text{tabelado}} = 4,032$). Sendo assim, as amostras não diferem estatisticamente entre si quando avaliadas a 95% de significância.

Battochio et al. (2006) analisaram 3 amostras comerciais de pão integral (pão de forma integral, pão integral e pão de trigo integral) com objetivo de obter o perfil sensorial do mesmo. Um dos atributos avaliados na aparência foi a cor marrom da casca, definida como a cor marrom característica da casca de pão de forma assado, com parâmetros mínimo e máximo de fraco (chá mate diluído) e forte (chá mate concentrado) respectivamente. Das três amostras, as amostras de pão de forma integral e pão integral não diferiram estatisticamente entre si na maioria dos atributos analisados, dentre eles, a cor marrom da casca, com médias de 3,6515 e 3,8970, respectivamente (em escala de 9 pontos, onde 1 é o parâmetro mínimo). A amostra de pão de trigo integral, porém, diferiu significativamente das outras duas quanto a esse atributo, com média 6,09.

4.2.6 Aceitação global

Na aceitação global das amostras as notas variaram entre 5 e 9 (nem gostei nem desgostei e gostei muitíssimo) para o pão branco e entre 3 e 9 (desgostei moderadamente e gostei muitíssimo) para o pão integral, com média 7,07 para o primeiro e 6,70 para o segundo. O índice de aprovação para o pão branco foi de 78,60%, enquanto que para o pão integral foi de 74,49% para este atributo. Alguns julgadores observaram que as amostras não se pareciam com pão, pela falta de aroma e sabor característicos (Tabela 13). Segundo Dutcoski (1997) 70% de aceitação é o mínimo necessário para realizar o teste de mercado com o consumidor.

Tabela 14. Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aceitação global”

	Amostra pão branco	Amostra pão integral
Média	7,07	6,70
Índice de aceitação	79,60%	74,49%

Finalmente, na Figura 12 vê-se que a nota 7 foi conferida pela maioria dos provadores para ambas as amostras (33,3%), indicando boa aceitação de ambas amostras como um todo. No entanto, a amostra de pão integral obteve maioria de julgadores conferindo notas baixas como 3 e 4 e menor quantidade de provadores conferindo notas altas como 6 e 8. Apesar desta formulação ter obtido maior número de provadores que conferiram o grau máximo de gostar (11,1% contra 7,4% para pão branco), as notas abaixo de 5 fizeram com que seu índice de aceitação fosse mais baixo que o do pão branco (74,49% contra 79,60%).

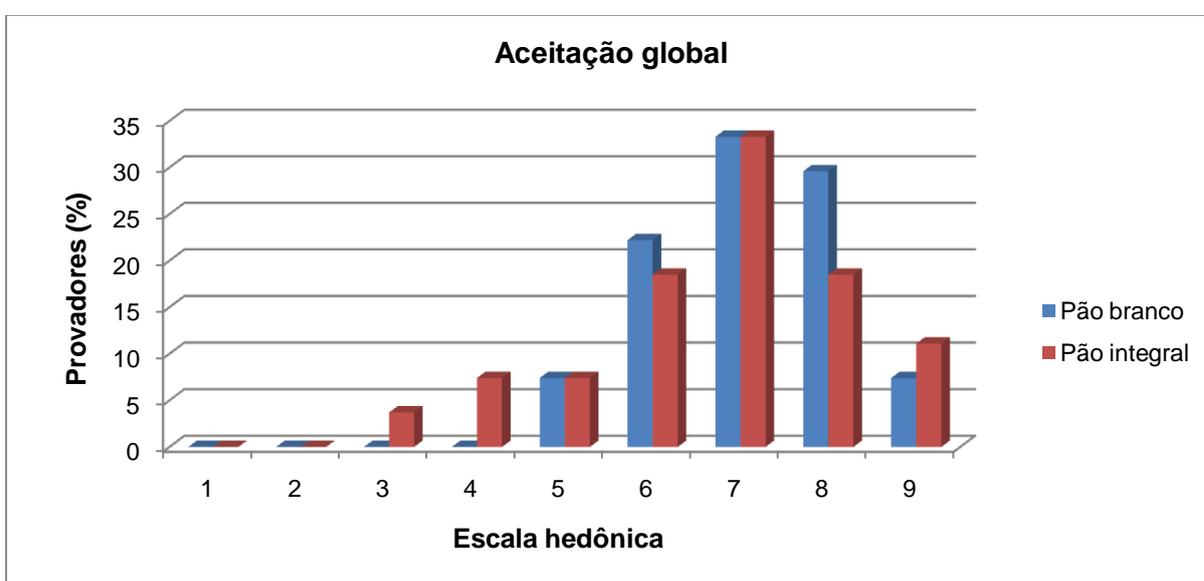


Figura 12. Histograma de distribuição para a aceitação global das amostras

Pela análise dos valores de $F_{\text{calculado}}$ e F_{tabelado} , as amostras não diferem estatisticamente entre si a 95% de significância, pois o valor de F calculado é maior que o valor de F tabelado ($F_{\text{tabelado}5\%} = 4,032$).

As fichas para a análise sensorial foram elaboradas de modo a chamar a atenção do provador quanto à natureza diferencial da amostra. No teste de aceitação alertou-se ainda para a presença de fortificantes na formulação, a fim de que o provador pudesse julgar as amostras com conhecimento do que poderia estar influenciando seu julgamento.

A formulação de pão branco só não obteve média superior a 7 nos quesitos aroma e textura, quesitos estes em que a formulação de pão integral obteve a segunda e terceira média mais baixa, respectivamente, sendo que ambas são inferiores às do pão branco. O único atributo em que o pão integral superou o pão

branco foi quanto ao sabor. A fortificação parece não ter afetado em nada as formulações, pois em nenhuma ficha observou-se comentários em relação à adição de cálcio e ferro; levando a acreditar que a adição destes componentes não influenciou na avaliação dos julgadores.

Kiskini et al. (2006) fortificaram pão sem glúten com oito tipos diferentes de ferro alimentício, sendo eles pirofosfato férrico com emulsificantes (24% ferro), ferro bis-glicinato (20,1% ferro), gluconato ferroso (12,5% ferro), pirofosfato férrico (25% ferro), lactato ferroso (24% ferro), ferro eletrolítico, NaFeEDTA e sulfato ferroso. A análise sensorial acusou diferenças de sabor, cor do miolo, aroma, mastigabilidade, firmeza e avaliação global entre as amostras fortificadas e as não fortificadas. A formulação com pirofosfato férrico com emulsificantes obteve a maior aceitabilidade (média 6,3 em escala de 9 pontos), enquanto que a formulação fortificada com lactato ferroso obteve os índices mais baixos em todos os atributos, justificado pelo aparecimento de pontos verdes no miolo, descaracterização do aroma, dentre outros. No geral, as formulações com fortificação de ferro apresentaram miolo mais escuro que a formulação sem fortificação, enquanto que no aroma, na mastigabilidade e na firmeza não houve diferença significativa entre as formulações com e sem fortificação. Foram conferidas notas baixas a moderadas para o sabor que, segundo os autores, é compatível com este tipo de produto (pão sem glúten).

Kajishima (2003) estudou os efeitos da adição de sulfato de cálcio, carbonato de cálcio e fosfato de cálcio na massa de pão francês nas características reológicas e físicas da farinha de trigo e do produto final. Os resultados obtidos mostraram que a adição de cálcio melhorou a cor da farinha e que, apesar da formação de grumos na farinha após adição do carbonato de cálcio e da diferença significativa do teor de glúten úmido entre as amostras de farinha (com e sem adição de sais de cálcio), essa diferença não foi relevante para a qualidade do produto final.

Ao adicionar farinha de amaranto integral e farinha de amaranto desengordurada em *cookies* e pão do tipo sanduíche a fim de incrementar quantidades de fibras, ferro e cálcio, Capriles et al (2006) atingiram valores de aceitação entre *gostei moderadamente* e *gostei muitíssimo* para ambos os produtos, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os *cookies* com ambas as farinhas nem nos pães com farinha integral e desengordurada.

Bassan (2009) desenvolveu pão sem glúten com farinha de batata-doce de polpa alaranjada e mistura de amidos nativos e modificados. O uso da farinha de

batata-doce de polpa alaranjado objetivou suprir a carência de vitamina A, presente em abundância nesse vegetal de baixo custo e fácil cultivo. O pão doce sem glúten apresentou 80% de aceitação, com média equivalente a *gostei ligeiramente* no teste de aceitação global. O produto desenvolvido apresentou ainda características físicas típicas de pão com glúten, como por exemplo, estrutura alveolar.

4.2.7 Considerações finais

As amostras de pão branco desenvolvidas neste trabalho foram avaliadas como muito melhores que o padrão no Teste de Comparação com o padrão; no entanto, o padrão utilizado estava congelado a pelo menos um mês, apesar do cuidado em adquirir o produto no comércio o mais fresco possível. O uso de um padrão não exatamente nas mesmas condições das formulações testadas pode ter influenciado no resultado deste teste.

No Teste de Aceitação, o pão branco obteve médias superiores ao pão integral em todos os atributos exceto no sabor; ainda assim, a média deste atributo foi superior a 7, considerada mínima para aprovação. Nenhum dos provadores fez qualquer comentário sobre os fortificantes, o que levou à conclusão que estes não influenciaram em nada a avaliação dos pães.

O aroma é um atributo que deixou a desejar para a maioria dos julgadores; necessita, portanto de melhor desenvolvimento.

A sensação de pegajosidade e a aparência de embatumado da amostra integral influenciaram na redução da aceitação global, conforme comentários de alguns julgadores. Esse embatumamento pode ter sido causado pelo uso de forno elétrico no forneamento.

A textura também não agradou à maioria dos provadores e a cor da casca precisa ser melhorada na formulação integral.

Acredita-se que os provadores que nunca tiveram contato com pão sem glúten tenham instintivamente comparado as amostras com as características esperadas para o pão tradicional. Alguns provadores chamaram a atenção de que, em se tratando de pães sem glúten, os resultados obtidos estavam bons; se não compararam com alguma experiência anterior, entenderam e levaram em conta a

dificuldade que é de se obter panificados isentos de glúten que tenham apresentação e sabor, no mínimo, agradáveis.

Alguns provadores haviam tido algum contato ou tinham algum conhecimento sobre produtos sem glúten, ou por possuir parentes com DC ou por experiência acadêmica. Percebeu-se que estes provadores fizeram observações sobre a qualidade sensorial do produto sem glúten, justificando o motivo de terem concedido notas mais altas nos atributos que foram mais severamente julgados por outros provadores. Estes comentários são muito importantes no sentido de mostrar ao responsável pelo desenvolvimento do produto o que levou o provador a conferir uma nota mais baixa ou mais alta para determinado atributo e, assim, saber qual decisão tomar para a próxima etapa da formulação.

A busca pelo desenvolvimento de produtos alimentícios diferenciados, desde a fortificação com vitaminas e minerais, alimentos para dietas de restrição (diabetes, DC, intolerâncias e alergias) e o uso de matérias-primas nativas e com alta qualidade nutricional, segue uma tendência geral da população de se alimentar com qualidade, praticidade e satisfação. As pesquisas realizadas nesta área apontam para a considerável receptividade e busca do consumidor por alimentos diferenciados e que sejam capazes de fornecer algum benefício a quem os consome.

Quanto à avaliação das amostras como um todo, conclui-se que a formulação de pão branco fortificado com cálcio e ferro obteve aprovação suficiente para, teoricamente, passar para testes de aceitação com a população de celíacos gaúchos. A formulação de pão integral sem glúten fortificada com cálcio e ferro, no entanto, teria que melhorar nos atributos em que obteve as médias mais baixas, aparência do miolo e aroma, respectivamente.

5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Com o intuito de melhorar os atributos que obtiveram notas mais baixas seria interessante obter os perfis sensoriais de cada atributo através de painéis treinados de julgadores pela Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), o que possibilitaria desenvolver melhor cada um destes importantes atributos.

Seria interessante, também, realizar testes de congelamento por intervalo de tempo semelhante ao pão sem glúten utilizado como padrão nos testes de comparação com o padrão, a fim de se obter dados sobre a vida de prateleira destes produtos.

Além disso, testes para verificar isenção de glúten e teores residuais de cálcio e ferro são necessários para levar as formulações desenvolvidas para o público celíaco.

Testar as formulações em planta de panificação, com utilização de masseira e forno de lastro (a gás) também são importantes para avaliar a viabilidade das formulações desenvolvidas.

6 REFERÊNCIAS

ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. <<http://acelbra.org.br>> Consulta em 12 de abril de 2010.

AHLBORN, GJ; PIKE, OA; HENDRIX, SB; HESS, WM; HUBER, CS. Sensory, Mechanical and Microscopic Evaluations of Staling in Low-Protein and Gluten-Free Bread. **Cereal Chemistry**. v. 82, n. 3, p. 328-335, 2005.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 344 de 13 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a fortificação de farinhas de trigo e milho. Pesquisado em 26 de setembro de 2010. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br>>

ARAÚJO, E.S.; SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Características morfológicas e moleculares e acúmulo de proteína em grãos de variedades de arroz do Maranhão. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.38, n.11, p.1281-88, 2003.

ARAÚJO, HMC. **Impacto da doença celíaca na saúde, nas práticas alimentares e na qualidade de vida de celíacos**. Brasília, 2008. Tese (Pós-graduação em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília – UNB.

ASSUNÇÃO, MCF; SANTOS, IS; BARROS, AJD; GIGANTE, DP; VICTORA, CG. Efeito da fortificação de farinhas com ferro sobre anemia em pré-escolares, Pelotas, RS. **Revista Saúde Pública**, Universidade de São Paulo, v. 41, n. 4, p. 539-548, 2003.

BAPTISTA, ML. **Doença celíaca: uma visão contemporânea**. Unidade de Gastroenterologia do Instituto da Criança/Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. v. 28, n. 4, p. 262-271. 2006.

BARERA, G; MORA, S; BRAMBILLA, P; RICOTTI, A; MENNI, L; BECCIO, S; BIANCHI, C. Body composition in children with celiac disease and the effects of a gluten-free diet: a perspective case-control study. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 72, n. 1, p. 71-75. 2000.

BATTOCHIO, JR; CARDOSO, JMP; KIKUCHI, M; MACCHIONE, M; MODOIO, JS; PAIXÃO, AL; PINCHELLI, AM; DA SILVA, AR; DE SOUSA, VC; WADA, JKA;

WADA, HM; BOLINI, A. Perfil sensorial de Pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 2, p. 428-433, abril/junho, 2006.

BASSAN, JC; FERREIRA, GAO; ESCOUTO, LFS. Avaliação físico-sensorial de pão de forma doce elaborado com farinha de batata doce de polpa alaranjada e mistura de amidos nativos e modificados isento de glúten. **XIII Congresso Brasileiro de Mandioca**, Botucatu, SP, 14 a 16 de julho de 2009.

BOBBIO, PA; BOBBIO, FO. **Química do Processamento de Alimentos**. 3ª edição. Varela Editora e Livraria Ltda. São Paulo, 2001.

BORTOLATO, DS; CASTIGLIONE, GL; DORS, GC; DA SILVA, KA; KUHN, RC; RUIZ, WA. Principais características físico-químicas de farinhas de arroz. **XVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica**. Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG, 2003.

BRASIL. Lei nº 8.543 de 23 de dezembro de 1992. Dispõe sobre rotulagem de alimentos que contenham glúten. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, pesquisado em 24 de outubro de 2010. Disponível em <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao>>

CANTUÁRIA, CM, RIBEIRO, SCA; RIBEIRO, CFA; PARK, KJ; ARAÚJO, EAF. Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com *okara*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 111-120, 2008.

CAPRILES, V.D.; COELHO, K.D.; MATIAS, A.C.G.; ARÊAS, J.A.G. Effect of amaranth on nutritional value and sensory acceptability of cookie and sandwich bread. **Alimentos e Nutrição**, v.17, n.3, p. 269-274, julho/setembro, 2006.

CARVALHO, CNM; SDEPANIAN, VL; MORAIS, MB; NETO, UF. Doença celíaca em tratamento: avaliação da densidade mineral óssea. **Jornal de Pediatria**. Rio de Janeiro, v. 79, n 4, p. 303-308. 2003.

CAUVAIN, SP; YOUNG, LS. **Technology of Breadmaking**. Second edition. New York, NY, USA: Springer, 2007.

CESAR, AS; GOMES, JC; STALIANO, CD; FANNI, ML; BORGES, MC. Elaboração de pão sem glúten. **Revista Ceres**, Viçosa, Minas Gerais, v. 53, n. 306, p. 150-156, março/abril 2006.

CENTENARO, GS; FEDDERN, V; BONOW, ET; SALAS-MELLADO, M. enriquecimento de pão com proteínas de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 3, p. 663-668, julho-setembro, 2007.

COOK, JD; DASSENKO, SA; WHITTAKER, P. Calcium supplementation: effect on iron absorption. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 53, p. 106-111, 1991.

DA SILVA, GAP. Doença celíaca: repercussões na mineralização óssea. **Jornal de Pediatria**. Rio de Janeiro, v.79, n.4, p. 282-283, julho-agosto, 2003.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

EDWARDS, WP. **The Science of Bakery Products**. Braintree, Essex, UK: The Royal Society of Chemistry, 2007.

FAO/OMS, Food and Agriculture Organization/ Organização Mundial de Saúde. **Human Vitamin and Mineral Requirements**. In: Report 7^a Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001.

FARIAS, AS. **Massas para pizza com restrição de glúten**. Brasília, 2009. Tese (Pós-graduação: Especialização em Qualidade de Alimentos) – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília.

FENNEMA, OR. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza, Acribia, 2000.

FERREIRA, SMR; LUPARELLI, PC; SCHIEFERDECKER, MEM; VILELA, RM. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **Archivos Latinoamericanos de nutrición**. v. 59, n.4, p. 433-440. 2009.

HARRISON, TR; BRAUNWALD, E; FAUCI, AS; KASPER, DL; HAUSER, AL; LONGO, DL; JAMESON, JL. **Medicina Interna**. v 2, 15^a ed., p. 1773-75. Rio de Janeiro, RJ, 2002.

HOPMAN, EGD; CESSIE, S; BLOMBERG, BME; MEARIN, ML. Nutrition Management of the Gluten-Free Diet in Young People with Celiac Disease in The Netherlands. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**. v. 43, p. 102-108. 2006.

JUNIOR, MSS; BASSINELLO, PZ; CALIARI, M; GEBIN, PFC; JUNQUEIRA, TL; GOMES, VA; LACERDA, DBCL. Qual de pães com farelo de arroz torrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 3, p. 636-641, julho-setembro, 2008.

KAJISHIMA, S; PUMAR, M; GERMANI, R. Elaboração de pão francês com farinha enriquecida de sulfato de cálcio. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, julho/dezembro, 2001.

KAJISHIMA, S; PUMAR, M; GERMANI, R. Efeito de adição de diferentes sais de cálcio nas características da massa e na elaboração de pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n. 2, p. 222-225, maio/agosto 2003.

KISKINI, A; ARGIRI, K, KALOGEROPOULOS, M; KOMAITIS, M; MANDALA, I; KOSTAROPOULOS, A; KAPSOKEFALOU, M. Sensory characteristics and iron dialyzability of gluten-free bread fortified with iron. **Revista**. Julho, 2006.

LAM-SÁNCHEZ, A; SANTOS, JE; TAKAMURA, A; TREPTOW, RMO; DUTRA DE OLIVEIRA, JE. Estudos nutricionais com arroz. **Alimentos e Nutrição**. São Paulo, v. 5, p. 37-48, 1993/1994.

LANNES, SCS; ESTELLER, MS, YOSHIMOTO, RMO; AMARAL, RL. Uso de açúcares em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 4, p. 602-607, outubro-dezembro, 2004.

LAZARIDOU, A; DUTA, D; PAPAGEORGIOU, M; BELC, N; BILIADERIS, CG. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, v. 79, i. 3, p. 1033-1047. April, 2007.

LEONEL, M. Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão. SEMINÁRIO MINEIRO SOBRE PROCESSAMENTO DE BATATAS, Pouso Alegre, Minas Gerais. **Anais...** Pouso Alegre: EPAMIG, 2005. CD.

LIMBERGUER, VM; DA SILVA, LP; EMANUELLI, T; COMARELA, CG; PATIAS, LD. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**, v.31, n.1, São Paulo 2008.

LÓPEZ, ACB; PEREIRA, AJG; JUNQUEIRA, RG. Flour Mixture of Rice Flour, Corn and Cassava Starch in the Production of Gluten-Free White Bread. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 47, n. 1, p. 63-70, março, 2004.

MARCON, MJA. **Efeito do processo fermentativo pelo método tradicional e com adição de glicose, sobre a qualidade do polvilho azedo**. Florianópolis, 2004. Tese (Pós-graduação em Ciência de Alimentos) – Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

MATTOS, LL; MARTINS, IS. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**. v. 34, n. 1, p. 50-55. Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo – USP, fevereiro, 2000.

MUNHOZ, MP; WEBER, FH; CHANG, YK. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 3, p. 403-406, julho-setembro, 2004.

NABESHIMA, EH; ORMENESE, RCSC; MONTENEGRO, FM; TODA, E; SADAHIRA, MS. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães fortificados com ferro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 3, p. 506-511, julho-setembro, 2005.

NAVES, MMV; FERNANDES, DC; PRADO, CMM; TEIXEIRA, LSM. Fortificação de alimentos com o pó da casca de ovo como fonte de cálcio. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27 n. 1, p. 99-103, janeiro-março, 2007.

NUNES, JC. **Modificações enzimáticas em pães brancos e pães ricos em fibras: impactos na qualidade**. Porto Alegre, 2008. Tese (Pós-graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

PEREIRA, J; CIACCO, CF; VILELA, ER; TEIXEIRA, ALS. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 19, n. 2, p. 287-293, maio-agosto, 1999.

PEREIRA, J; CIACCO, CF; VILELA, ER; PEREIRA, RGFA. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 4, p. 494-500, outubro-dezembro, 2004.

PREICHARDT, LD; VENDRUSCOLO, CT; GULARTE, MA; MOREIRA, AS. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 3, n. 1, p. 70-76, 2009.

RANSLEY, JK; DONNELLY, JK; READ, NW. **Food and Nutritional Supplements – Their Role in Health and Disease**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2001.

RITO NOBRE, S; SILVA, T; PINA CABRAL, JE. Doença celíaca revisitada. **GE - J Port Gastreterol**. Universidade de Coimbra, v.14,p. 184-193. Coimbra, Portugal, setembro-outubro 2007.

ROLIM, PM; SALGADO, SM ; PADILHA, VM; LIVERA, AVS; GUERRA, NB; ANDRADE, SAC. Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). **Revista Ceres**. Viçosa, v. 57, n.1, p. 012-017, janeiro/fevereiro, 2010.

SANTOS, R.; ZANELLA, I.; BONATO, E.L.; ROSA, A.P.; MAGON, L.; GASPARINI, S.P.; BRITTES, L.B.P. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frango de corte. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.517-21, 2004.

SDEPANIAN, V L; MORAIS, M B; NETO, U F. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil. **Jornal de Pediatria**. Rio de Janeiro, v. 77, n 2, p. 131-138. 2001.

SDEPANIAN, VL; SCALETSKY, ICA; MORAIS, MB; FAGUNDES-NETO, U. Pesquisa de gliadina em medicamentos - informação relevante para a orientação de pacientes com doença celíaca. **Arquivos de Gastroenterologia**. v. 38, n. 3, p.176-182, julho-setembro, 2001.

SILVA, EMM. Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão. **Seropédica**, Rio de Janeiro, 2007. Tese (Pós-graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.

TEIXEIRA, E; MEINERT, EM; BARBETTA, PA. **Análise Sensorial de Alimentos**. Editora da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis, Santa Catarina, 1987.

THOMPSON, T; DENNIS, M; HIGGINS, LA; LEE, AR; SHARRETT, MK. Gluten-free diet survey: are the Americans with celiac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? The British Dietetic Association Ltd. **Journal of Human Nutrition Dietetic**. v. 18, p. 163-169, 2005.

TUMA, RB; YUYAMA, LKO; AGUIAR, JPL; MARQUES, HO. Impacto da farinha de mandioca fortificada com ferro aminoácido quelato no nível de hemoglobina de pré-escolares. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 16, n. 1, p. 29-39, janeiro-maio 2003.

TURANO, W; DERIVI, SCN; MENDEZ, MHM; VIANNA, LM; MENDES, WL. Estimativa de recomendação diária de fibra alimentar total e de seus componentes na população adulta. **Alimentos e Nutrição**. v. 11, n. 1, p. 35-49, São Paulo, 2000.

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

WHO – World Health Organization. Disponível em <www.who.int>.