



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

DESENVOLVIMENTO DE PÃO TIPO CACHORRO QUENTE ISENTO DE GLÚTEN

LETÍCIA DOS SANTOS MAGNAN

PORTO ALEGRE

2011/2

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

DESENVOLVIMENTO DE PÃO TIPO CACHORRO QUENTE ISENTO DE GLÚTEN

LETÍCIA DOS SANTOS MAGNAN  
Monografia apresentada ao curso de  
Engenharia de Alimentos como requisito  
parcial para a obtenção do título de  
Engenheiro de Alimentos

Orientador: Prof. Alessandro de Oliveira Rios

PORTO ALEGRE

2011/2

# DESENVOLVIMENTO DE PÃO TIPO CACHORRO QUENTE ISENTO DE GLÚTEN

Letícia dos Santos Magnan

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Alessandro de Oliveira Rios (Orientador)

Doutor em Ciência de Alimentos

ICTA/UFRGS

Simone Hickmann Flores (Co-Orientadora)

Doutora em Engenharia de Alimentos

ICTA/UFRGS

---

Erna Vogt de Jong

Doutora em Alimentos e Nutrição

ICTA/UFRGS

---

Guilherme Driemeyer Correia

Engenheiro de Alimentos

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de propiciar aos portadores da doença celíaca uma opção de pão tipo cachorro quente, recheado com salsicha para o consumo em festas e comemorações em geral, tais como reuniões de empresas, amigos, etc. Desenvolveu-se três formulações que diferiram apenas no hidrocolóide utilizado, a primeira com uma mistura de CMC e gelatina sem sabor, a segunda com goma xantana e a terceira com liga neutra (CMC e goma guar). Avaliou-se a aceitação de cinco parâmetros destas formulações (aparência do miolo, cor da casca, aroma, sabor e textura) bem como a aceitação global das amostras. Os resultados mostraram que a amostra com CMC e gelatina sem sabor obtiveram maior aceitação por parte dos consumidores, visto que a média de aceitação global foi de 7,6, com índice de aceitação de 84,4%, indicando que esta amostra é viável para a continuação dos testes visando o desenvolvimento deste produto.

Palavras-chave: pão sem glúten, hidrocolóides, cachorro-quente, desenvolvimento, doença celíaca.

## SUMÁRIO

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                        | 8  |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                             | 10 |
| 2.1. Glúten .....                                         | 10 |
| 2.2. Doença celíaca.....                                  | 10 |
| 2.3. Dados estatísticos sobre a doença celíaca.....       | 12 |
| 2.4. Alimentos sem glúten.....                            | 19 |
| 2.5. Problemas de aceitação dos alimentos sem glúten..... | 22 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS .....                              | 28 |
| 3.1. Materiais.....                                       | 28 |
| 3.2. Desenvolvimento das formulações.....                 | 28 |
| 3.3. Análise sensorial .....                              | 32 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                          | 34 |
| 4.1. Análise sensorial – Teste de aceitação.....          | 35 |
| 4.1.1. Aparência do miolo .....                           | 36 |
| 4.1.2. Cor da casca.....                                  | 38 |
| 4.1.3. Aroma .....                                        | 40 |
| 4.1.4. Sabor.....                                         | 42 |
| 4.1.5. Textura.....                                       | 44 |
| 4.1.6. Aceitação global.....                              | 46 |
| 4.1.7. Gráfico de atributos .....                         | 48 |
| 4.1.8. Considerações finais .....                         | 49 |
| 5. PERSPECTIVAS FUTURAS .....                             | 50 |
| 6. CONCLUSÕES.....                                        | 51 |
| 7. REFERÊNCIAS.....                                       | 52 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Lista de alimentos permitidos e proibidos para portadores da doença celíaca, segundo a Acelbra (2011a)..... | 19 |
| Tabela 2: Formulações utilizadas na análise sensorial .....                                                           | 30 |
| Tabela 3: Médias obtidas para teste de aceitação de pão tipo cachorro quente isento de glúten. ....                   | 36 |
| Tabela 4: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aparência do miolo” .....        | 36 |
| Tabela 5: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “cor da casca” .....              | 38 |
| Tabela 6: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aroma” .....                     | 40 |
| Tabela 7: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “sabor” .....                     | 42 |
| Tabela 8: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “textura” .....                   | 44 |
| Tabela 9: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aceitação global” .....          | 46 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Vilosidades de intestino de portador de doença celíaca. ....                                                 | 11 |
| Figura 2: Vilosidades de intestino normal.....                                                                         | 11 |
| Figura 3: Número de celíacos divididos por Estados Brasileiros. ....                                                   | 13 |
| Figura 4: Frequência de ingestão de glúten por pacientes celíacos. ....                                                | 14 |
| Figura 5: Produtos sem glúten mais desejados. ....                                                                     | 14 |
| Figura 6: Estabelecimentos que oferecem produtos/alimentos sem glúten no Brasil. ....                                  | 15 |
| Figura 7: Locais e restaurantes onde é possível comprar produtos sem glúten no Brasil. ....                            | 16 |
| Figura 8: Comparação entre os preços de uma cesta básica isenta de glúten e uma com glúten.....                        | 16 |
| Figura 9: Custo da alimentação sem glúten no Brasil.....                                                               | 17 |
| Figura 10: O custo da alimentação sem glúten no Brasil – quanto o consumidor paga em média a mais em cada Estado.....  | 18 |
| Figura 11: O custo da cesta básica sem glúten no Brasil – quanto o consumidor paga em média a mais em cada Estado..... | 18 |
| Figura 12: Fluxograma de processamento do pão de cachorro quente isento de glúten. ....                                | 31 |
| Figura 13: Fotos dos pães utilizados na análise sensorial .....                                                        | 32 |
| Figura 14: Histograma de distribuição para aparência do miolo das amostras.....                                        | 37 |
| Figura 15: Histograma de distribuição para cor da casca das amostras. ....                                             | 39 |
| Figura 16: Histograma de distribuição para aroma das amostras. ....                                                    | 41 |
| Figura 17: Histograma de distribuição para sabor das amostras.....                                                     | 43 |
| Figura 18: Histograma de distribuição para textura das amostras. ....                                                  | 45 |
| Figura 19: Histograma de distribuição para aceitação global das amostras. ....                                         | 47 |
| Figura 20: Gráfico das médias dos atributos avaliados nas amostras de pão tipo cachorro quente isento de glúten.....   | 48 |

## 1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia do intestino delgado desenvolvida em indivíduos geneticamente suscetíveis. É caracterizada por intolerância na digestão de peptídeos derivados do glúten, presente no trigo, centeio, cevada e malte que resulta na destruição das vilosidades intestinais (CHAVEZ e DE LA BARCA, 2010). O tratamento é a adoção de uma dieta livre de glúten que, se seguida à risca, pode proporcionar remissão das vilosidades intestinais (CROCKETT et al., 2011).

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).

Quando considerada a deficiência nutricional em crianças, a questão do desenvolvimento de produtos saudáveis toma proporções maiores. Uma criança desnutrida dificilmente terá o mesmo desenvolvimento de uma criança com alimentação balanceada, seja ela celíaca ou não. Os efeitos da dieta sem restrição de glúten em crianças e adolescentes celíacos são baixo peso e altura, menor massa 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).

Outro ponto a ser considerado é a qualidade de vida do paciente com DC. Araújo e Araújo (2011) pesquisaram através de questionários distribuídos para celíacos do Distrito Federal quais são as maiores dificuldades encontradas para seguir a dieta sem glúten. Pesquisaram também o grau de satisfação dos celíacos quanto aos alimentos sem glúten disponíveis para a compra e discutiu aspectos relacionados à qualidade de vida dos mesmos. O estudo concluiu que a maioria dos pacientes segue a dieta, apesar das dificuldades encontradas para fazê-lo. Além disso, o estudo mostrou que falta comunicação entre os celíacos e os produtores de alimentos, o que faz com que os primeiros tenham certo receio de comer determinados alimentos, principalmente em viagens, restaurantes e festas em geral.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um pão de cachorro quente isento de glúten recheado com salsicha, a fim de proporcionar melhor qualidade de vida a pacientes celíaco



principalmente quando convidados ou organizadores de festas ou comemorações em geral. Além disso, buscou-se desenvolver uma formulação que não necessitasse de aditivos e coadjuvantes alimentares, tais como emulsificantes, para que o preço final do produto fosse compatível com produtos similares, porém com base de farinha de trigo. Para isso, foram desenvolvidas formulações que apresentam características sensoriais e estruturais atraentes e comparáveis com pães elaborados com farinhas que contêm glúten.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Glúten**

O glúten é constituído por uma mistura heterogênea de proteínas, principalmente gliadinas e gluteninas, que ao serem misturadas com água formam uma massa viscoelástica capaz de aprisionar gás durante o processo de fermentação. A gliadina é responsável pela viscosidade da massa e não é elástica, por sua vez as gluteninas são elásticas, porém não viscosas (FENNEMA, 2010).

O glúten não é um nutriente essencial à saúde, isto é, tanto celíacos quanto não celíacos podem viver sem esta proteína. O alto custo de produtos isentos de glúten é um grande empecilho para o sucesso da dieta sem glúten, por exemplo, um pacote de macarrão sem glúten custa 50% a mais que o produto convencional (FRUTUOSO, 2007).

### **2.2. Doença celíaca**

Doença celíaca é uma intolerância permanente ao glúten, caracterizada por atrofia da mucosa do intestino delgado proximal e consequente má absorção de alimentos (SDEPANIAN et al., 2001). É uma das maiores causas de diarreia em crianças (GALVÃO et al., 2004).

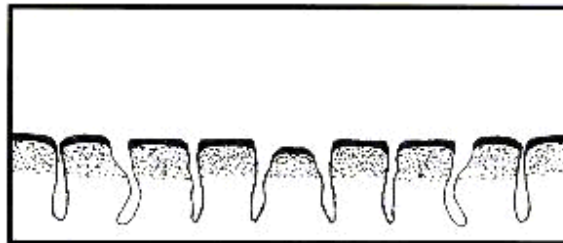
A teoria mais aceita atualmente para o surgimento da doença está relacionada com a predisposição genética associada à ingestão do glúten e ocorre predominantemente em mulheres caucasianas. (GALVÃO et al., 2004)

A doença celíaca se manifesta de três formas distintas: clássica ou típica, atípica e latente. A forma clássica tem início quando a dieta com glúten é introduzida, ou seja, em crianças entre 6 e 24 meses, sendo caracterizada por manifestações gastrintestinais deficiência no crescimento, diarreia crônica, distensão abdominal, perda da massa muscular, falta de apetite e depressão. Já a forma atípica se manifesta principalmente em crianças entre 5 e 7 anos de idade e os sintomas mais comuns são dor abdominal recorrente, náuseas, vômitos, inchaço e constipação, além de manifestações extra-

intestinais, tais como baixa estatura, atraso puberal, anemia, defeitos do esmalte dentário e dermatite. Na forma latente, a doença existe, porém não há manifestações clínicas, há alterações de anticorpos e de histologia da mucosa intestinal e é diagnosticada através de marcadores séricos específicos como os anticorpos anti gliadina, antiendomísio e anti-reticulina (FASANO, 2005).

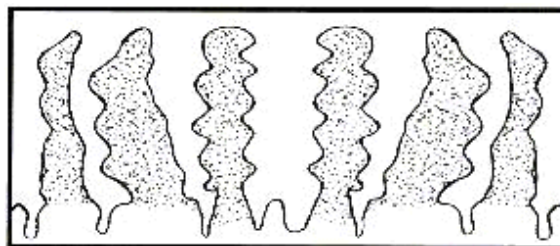
Pacientes com a doença ativa, nas três formas de manifestações, caracterizam-se por apresentar mucosa jejunal com alterações características (Figuras 1 e 2), com atrofia subtotal das vilosidades intestinais, que voltam a normalidade a partir do início de uma dieta isenta de glúten (SDEPANIAN et al., 1999).

Figura 1: Vilosidades de intestino de portador de doença celíaca.



Fonte: Acelbra, 2011b

Figura 2: Vilosidades de intestino normal.



Fonte: Acelbra, 2011b

Para o diagnóstico da doença, é imprescindível a realização de biópsia do intestino, porém, segundo um estudo realizado por Sdepanian et al. (1999) com pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil, dos 292 entrevistados, apenas 19% realizaram a biópsia antes de retirar totalmente o glúten da dieta, o que torna o acompanhamento do paciente difícil, pois não foi constatada atrofia total ou parcial da mucosa do intestino

devido à dieta com glúten. Segundo este estudo, a presença de quadro clínico sugestivo não autoriza a realização de teste terapêutico, que consiste na retirada do glúten da dieta e observação da resposta clínica.

Rewers (2005) mostrou que pessoas com predisposição genética podem desenvolver lesões auto-imunes além do intestino, também na pele, fígado, articulações, útero, órgãos, cérebro e coração. De acordo com Green e Jabri (2002) houve aumento da mortalidade de pacientes celíacos devido a linfomas e carcinoma de esôfago e entre os homens, a mortalidade ocorreu devido a doenças associadas aos pulmões e câncer intestinal.

A partir da década de 1990, houve um significativo aumento do número de estudos sobre o assunto e a doença passou a ser um problema global de saúde (CATALDO et al., 2004). Atualmente, estima-se que a parcela da população que encontra-se nessa condição gira entre 0,5% e 1% de indivíduos nos Estados Unidos, o que representa aproximadamente 3 milhões de pessoas (COUNTS e SIERPINA, 2006).

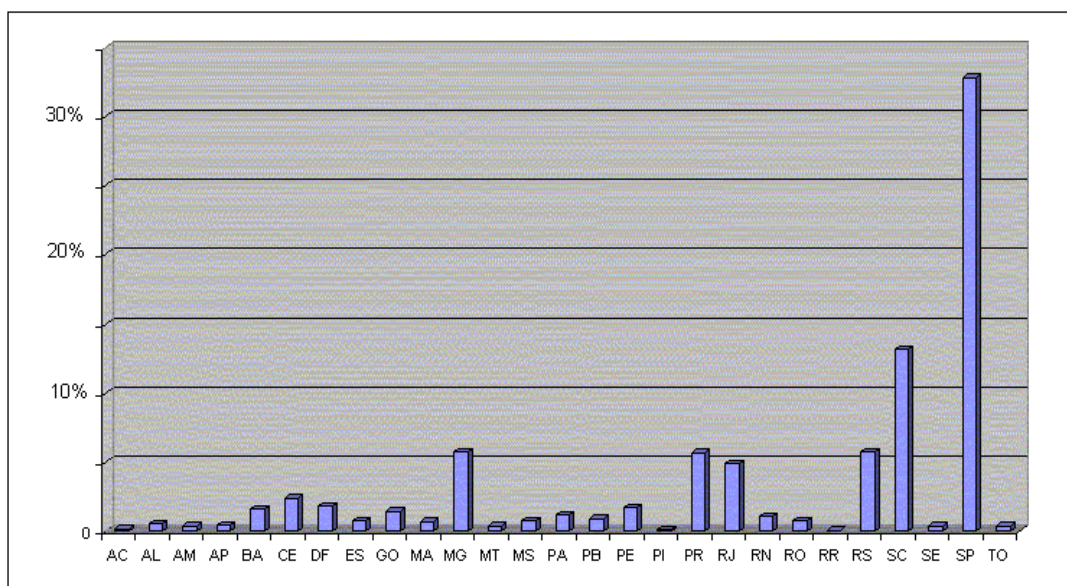
O único método eficaz de tratamento da doença celíaca é seguir uma dieta isenta de glúten. Os produtos mais utilizados para a substituição deste componente são amidos de diversas origens, tais como: milho, arroz, soja, batata e mandioca (KORUS et al., 2009).

Fornecer informações ao paciente sobre a doença e sobre como identificar se o alimento a ser ingerido possui glúten é de fundamental importância para o sucesso do tratamento. Como a doença está ligada à deficiência de ferro, cálcio, fósforo, vitamina B<sub>12</sub>, vitaminas lipossolúveis, a suplementação desses nutrientes deve ser aplicada se o médico achar necessário (COUNTS e SIERPINA, 2006).

### **2.3. Dados estatísticos sobre a doença celíaca**

A grande maioria dos portadores da doença celíaca encontra-se em São Paulo, seguido por Santa Catarina, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. O Rio Grande do Sul possui aproximadamente 5% da população portadores da enfermidade, um número significativo se considerada a população total de 10.693.929 segundo o censo de 2010 do IBGE. A porcentagem de celíacos divididas por Estado está representada na Figura 3.

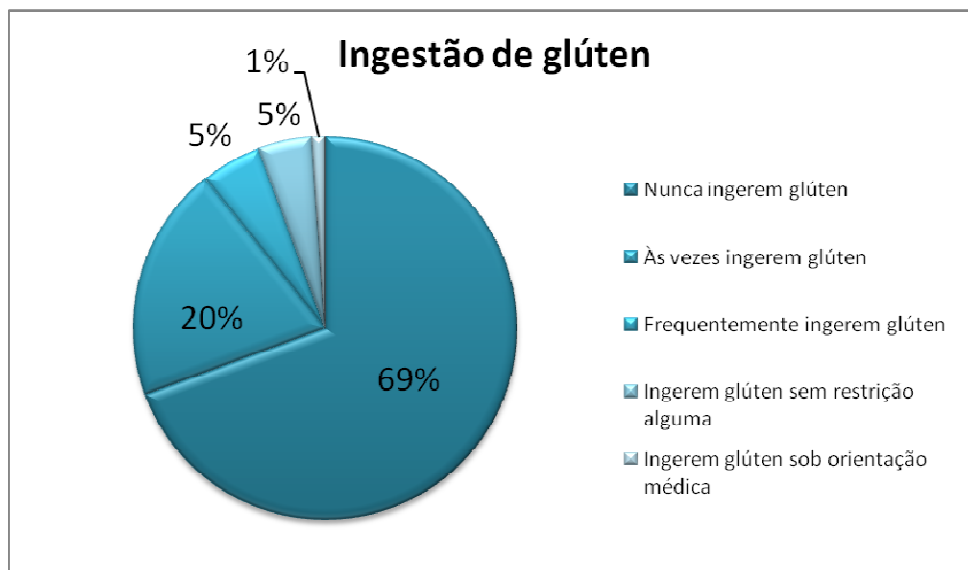
Figura 3: Número de celíacos divididos por Estados Brasileiros.



Fonte: Acelbra, 2011b

A Figura 4 representa a frequência da ingestão de glúten por pacientes celíacos cadastrados na ACELBRA, com isso, verifica-se que a grande maioria das pessoas segue a dieta necessária para o tratamento da doença. Observa-se que alguns podem ingerir glúten sob orientação médica e que apenas 11% dos entrevistados não obedecem à dieta. Segundo este estudo, há uma relação positiva entre o grau de conhecimento da doença e a obediência à dieta.

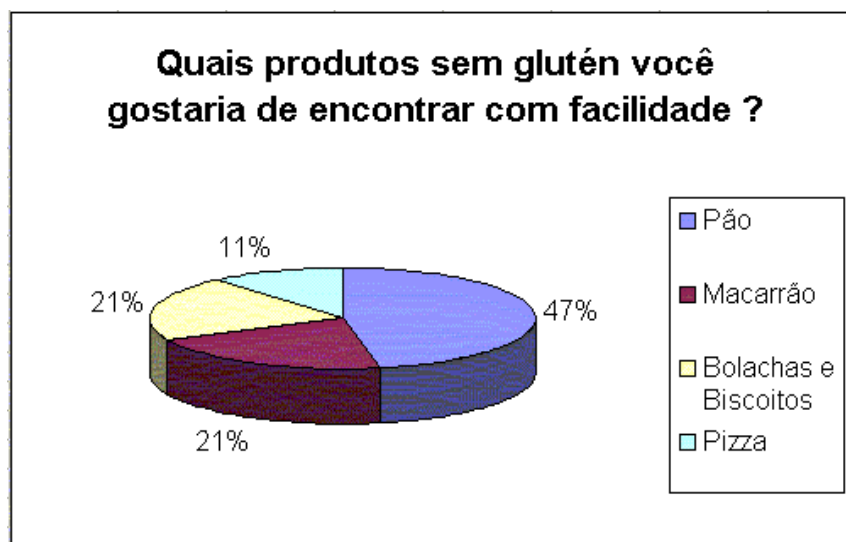
Figura 4: Frequência de ingestão de glúten por pacientes celíacos.



Fonte: Sdepanian et al., 2001

Segundo a ACELBRA (2011b) o pão é o produto que os pacientes celíacos gostariam de encontrar com maior facilidade, representando 47% da preferência, seguido pelo macarrão, bolachas e biscoitos. O produto menos citado na pesquisa foi a pizza, com 11% da preferência. A Figura 5 ilustra esta pesquisa.

Figura 5: Produtos sem glúten mais desejados.



Fonte: ACELBRA, 2011b

Pela Figura 6, percebe-se que a maior parte de produtos sem glúten é vendida em lojas de produtos naturais e que padarias e confeitarias aparecem com apenas 6% da parcela de estabelecimentos.

Figura 6: Estabelecimentos que oferecem produtos/alimentos sem glúten no Brasil.



Fonte: Paim e Schuck (2010)

A Figura 7 mostra que o Rio Grande do Sul ocupa o segundo lugar do Brasil em quantidade de locais onde se encontram alimentos sem glúten, com 90 estabelecimentos, um número pequeno quando relacionado à extensão do Estado e a constante crescente do número de celíacos. Este número é menor ainda ao considerar a quantidade de restaurantes que oferecem alimentação sem glúten, com apenas 7 estabelecimentos.

Figura 7: Locais e restaurantes onde é possível comprar produtos sem glúten no Brasil.



Fonte: Paim e Schuck (2010)

Outro ponto importante a ser considerado é o preço da cesta básica de pacientes celíacos quando comparado ao preço de cestas básicas normais. A Figura 8 mostra a cesta básica isenta de glúten custa em média R\$316,00 enquanto que a cesta básica sem restrições de alimentos custa em média R\$230,00, aproximadamente 30% a menos.

Figura 8: Comparação entre os preços de uma cesta básica isenta de glúten e uma com glúten.

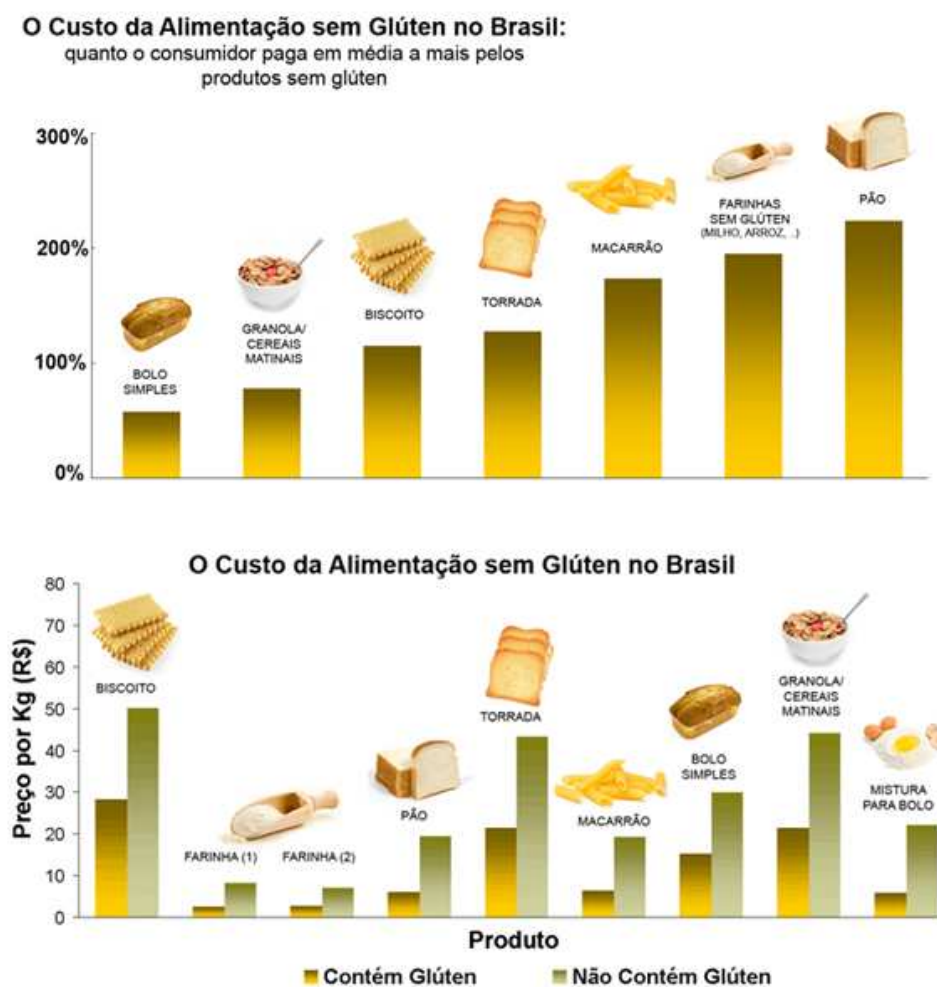


Fonte: Paim e Schuck (2010)



A Figura 9 mostra a comparação entre preços de produtos com e sem glúten. Percebe-se que o pão, apesar de ser um dos produtos sem glúten mais baratos, é o que apresenta a maior diferença de preço e o bolo simples o que apresenta a menor. Os biscoitos são os produtos sem glúten mais caros encontrados no mercado.

Figura 9: Custo da alimentação sem glúten no Brasil.

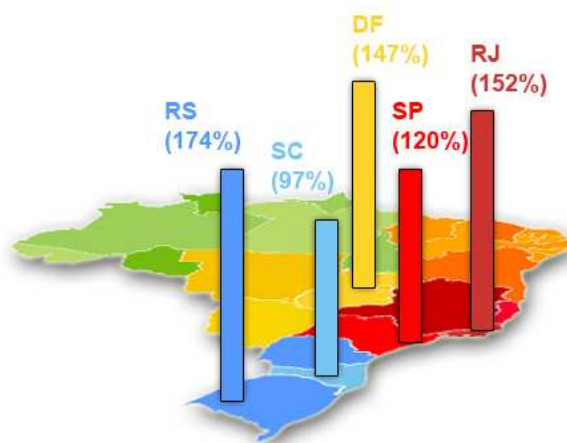


Fonte: Paim e Schuck (2010)

O Rio Grande do Sul é o Estado brasileiro que paga mais caro por produtos isentos de glúten, cerca de 174% a mais do que produtos sem isenção. Contudo, quando considerados apenas produtos presentes na cesta básica, este aumento é de 80%, o que

sugere que os produtos mais caros não são os essenciais para a dieta. Santa Catarina, o Estado cuja diferença é a menor, paga 97% a mais por produtos para celíacos e 35% a mais por produtos da cesta básica (Figuras 10 e 11).

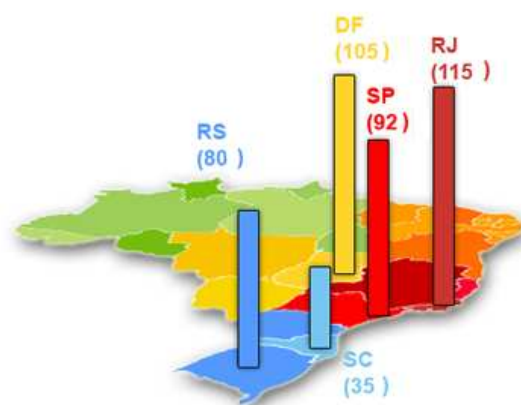
Figura 10: O custo da alimentação sem glúten no Brasil – quanto o consumidor paga em média a mais em cada Estado



Produtos: Pão, farinha, torrada, cereal matinal, macarrão, bolo, biscoito

Fonte: Paim e Schuck (2010)

Figura 11: O custo da cesta básica sem glúten no Brasil – quanto o consumidor paga em média a mais em cada Estado.



Cesta sem Gluten: Substituição do pão e farinha por similares sem glúten

Fonte: Paim e Schuck (2010).

## 2.4. Alimentos sem glúten

Em um estudo realizado com portadores de doença celíaca, cadastrados na ACELBRA, para verificar quais os produtos que substituem o glúten, foram avaliados 529 pacientes e as respostas mais observadas foram: farinha de milho em 97,9% dos questionários, polvilho em 98,3%, fécula de mandioca em 98,9% e a farinha de arroz em 97,5% (SDEPANIAN et al., 2001).

A Tabela 1 mostra, de acordo com a ACELBRA, quais são os alimentos permitidos e proibidos

Tabela 1: Lista de alimentos permitidos e proibidos para portadores da doença celíaca.

| <b>GRUPO</b>              | <b>PERMITIDOS</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>PROIBIDOS</b>                                                                                                                              |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Farinhas e féculas</u> | Arroz – farinha, creme, arrozina, arroz integral em pó, etc<br>Batata – fécula ou farinha;<br>Milho – fubá, farinha, amido, flocos, canjica, pipoca;<br>Mandioca – fécula ou farinha, tapioca, polvilho doce ou azedo. | Todos os produtos elaborados com:<br>Trigo – farinha, semolina, germe e farelo;<br>Aveia – flocos e farinha;<br>Centeio;<br>Cevada;<br>Malte. |

Continua

Continuação

| <b>GRUPO</b>                           | <b>PERMITIDOS</b>                                                                                                                                                                                                                         | <b>PROIBIDOS</b>                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Bebidas</u>                         | Sucos de frutas e vegetais naturais, refrigerantes e chás;<br>Vinhos, espumantes, aguardentes e saquê;<br>Cafés com selo ABIC.                                                                                                            | Cerveja, whisky, vodka, gim e ginger-ale;<br>Ovomaltine, bebidas contendo malte, cafés misturados com cevada;<br>Outras bebidas cuja composição não esteja clara no rótulo. |
| <u>Leites e derivados</u>              | Leite em pó, esterilizados, leite integral, desnatado e semi-desnatado;<br>Leite condensado, creme de leite, leite fermentado;<br>Queijos frescos tipo minas, ricota e parmesão;<br>Pães de queijo;<br>Alguns iogurtes e                  | Leites e achocolatados que contenham extrato de malte, queijos fundidos, queijos preparados com cereais proibidos                                                           |
| <u>Açúcares, doces e achocolatados</u> | Açúcar de cana, mel, melado, rapadura, glucose de milho, maltodextrina, dextrose e glicose;<br>Geléias de fruta e de mocotó, doces e sorvetes caseiros preparados com alimentos permitidos;<br>Achocolatados de cacau, balas e caramelos. |                                                                                                                                                                             |

Continua

Continuação

| <b>GRUPO</b>                                                                                              | <b>PERMITIDOS</b>                                                                                                                           | <b>PROIBIDOS</b>                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Carnes – boi, aves, porco, cabrito, rãs – peixes, frutos do mar, ovos e vísceras (fígado, coração)</u> | Todas, incluindo presunto e lingüiça caseira.                                                                                               | Patês enlatados, embutidos (salame, salaminho e algumas salsichas);<br>Carnes à milanesa. |
| <u>Gorduras e óleos</u>                                                                                   | Manteiga, margarina, banha de porco, gordura vegetal hidrogenada, óleos vegetais e azeite.                                                  |                                                                                           |
| <u>Grãos</u>                                                                                              | Feijão, broto de feijão, ervilha seca, lentilha, amendoim, grão de bico, soja (extrato protéico, extrato hidrossolúvel)                     | Extrato protéico vegetal; Proteína vegetal hidrolizada.                                   |
| <u>Hortalças</u>                                                                                          | Todos os legumes e verduras.                                                                                                                |                                                                                           |
| <u>Condimentos</u>                                                                                        | Sal, pimenta, cheiro verde, erva, temperos caseiros, maionese caseira, vinagre fermentado de vinho tinto e de arroz, glutamato monossódico. | Algumas marcas de maionese, catchup, mostarda e temperos industrializados.                |

Fonte: Acelbra (2011a)

Embora a lista de alimentos permitidos apresente uma certa diversidade, os portadores da doença celíaca tem uma certa dificuldade de encontrar alimentos sem glúten,

principalmente quando viajam, fazem refeições fora de casa ou em aniversários, e festas em geral, o que faz com que muitas vezes os portadores desta enfermidade deixem de se alimentar fora de casa, de viajar ou até mesmo, levem o próprio alimento para as comemorações (ARAÚJO e ARAÚJO, 2011).

## **2.5. Problemas de aceitação dos alimentos sem glúten**

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 ao consumidor. Além disso, como são alimentos não produzidos em larga escala, possuem alto valor comercial tornando-os caros e inacessíveis às classes sociais menos favorecidas (FERREIRA et al. 2009).

Além disso, seguir uma dieta celíaca é difícil, pois a maior parte dos produtos de panificação, tais como: pães, bolos, biscoitos, pizzas e massas, são elaborados a partir da farinha de trigo e estão presentes na dieta básica da maioria da população. Uma alternativa para estes alimentos é a substituição por produtos como pão de queijo, tapioca, bolos de milho, além da produção de alimentos sem glúten de baixo custo (LÓPEZ et al. 2004).

Para a produção de alimentos sem glúten que atendam aos requisitos nutricionais e sensoriais de pacientes com doença celíaca, são utilizados amidos, produtos lácteos, hidrocolóides e outras proteínas para melhorar a estrutura, aumentar a aceitabilidade e a vida de prateleira (ARENDETT e BELLO, 2008).

Produtos isentos de glúten geralmente apresentam massa líquida ao invés da massa viscoelástica comum em panificação, além disso, apresentam coloração pobre, defeitos após o assamento e diminuição da vida de prateleira do produto (GALLAGHER, GORMLEY e ARENDETT, 2004).

Segundo Arendt e Bello (2008) o cumprimento de uma dieta sem glúten não é fácil, o que pode levar os pacientes ao isolamento social, além de deficiências nutricionais em vitamina B, cálcio, vitamina D, ferro, zinco, magnésio e fibras. O estilo de vida atual, com o aumento de refeições fora de casa, a dependência de alimentos prontos, que geralmente contém trigo fazem com que a dieta sem glúten se torne cada vez mais difícil de ser

seguida. Outra dificuldade encontrada pelos celíacos é que o glúten é um ingrediente oculto em muitos alimentos. (CASE, 2005)

Segundo Marcílio, Amaya-Farfan e Silva (2005), os produtos sem glúten são arenosos e esfarelentos e em seu estudo, foi mostrado que quanto maior a quantidade de farinha integral e menor a quantidade de gordura, mais acentuadas são estas características indesejáveis dos produtos.

Derivados do arroz, tais como farinhas e cremes, tem baixa capacidade de retenção de gás, e, portanto, os produtos elaborados a partir destes insumos tem problemas de qualidade do tipo pequeno volume, textura indesejável, cor clara e estrutura da casca (TURABI, SUMNU, SAHIN, 2010)

## **2.6. Panificação sem glúten**

O crescente número de pessoas diagnosticadas com doença celíaca, juntamente com o aumento da demanda por novos alimentos saborosos e saudáveis, fez com que surgisse um mercado de produtos derivados de cereais que substituíssem o trigo, como a farinha de arroz. Além disso, o consumo de pão onipresente o coloca em uma posição de importância global na nutrição humana (HÜTTNER e ARENDT, 2010).

A matriz de glúten é um dos principais determinantes nas características reológicas da massa, tais como elasticidade, extensibilidade, resistência ao alongamento, capacidade de retenção de gases, portanto, a substituição dessa proteína representa um grande desafio tecnológico já que ela é responsável pela maioria das características consideradas de maior importância em produtos de panificação (LAZARIDOU et al., 2007).

Em pães sem glúten, a estabilização de uma célula de gás não é baseada na elasticidade fornecida por uma rede de proteínas como em uma massa produzida com farinha de trigo, mas sim, através da viscosidade mais alta proporcionada pela adição de hidrocolóides ou pela pré-gelatinização de amido ( VAN RIEMSDIJK et al., 2011).

Para melhorar as propriedades organolépticas dos pães sem glúten são adicionados agentes de ligação, como por exemplo, a goma xantana e carboximetilcelulose (CMC), que imitam as funções do glúten na massa. Tais agentes criam uma rede de células suficientemente forte para reter o dióxido de carbono formado durante o crescimento, melhoram a coesão da massa através da indução da atração entre grânulos de amido e, além disso, se ligam temporariamente à água necessária para a gelatinização do amido para melhorar a estrutura do miolo, diminuindo a sua firmeza e também para aumentar o volume do pão. (ONYANGO et al., 2009)

## **2.7. Farinha de arroz**

Devido à sua fácil digestão, a farinha de arroz é utilizada no preparo de alguns alimentos como sopas, alimentos infantis instantâneos, cereais matinais, macarrão, pão, produtos cárneos, sobremesas, entre outros (DORS, CASTIGLIONI e RUIZ , 2006)

A farinha de arroz está cada vez mais sendo utilizada como substituta da farinha de trigo na preparação de produtos consumidos por pacientes intolerantes ao glúten. Dentre os cereais, o arroz é o mais adequado para a produção desses produtos devido ao seu sabor suave, cor branca, alta digestibilidade e ter propriedades hipoalergênicas. A fim de alcançar a consistência adequada para a panificação, massas a base de farinha de arroz necessitam de maior hidratação quando comparadas a massas preparadas com farinha de trigo. A adição de grandes quantidades de água leva a uma melhora considerável da estabilidade da massa durante a mistura. (ROSELL e MARCO, 2008)

A farinha de arroz possui baixa capacidade de retenção de gás e por isso, os produtos elaborados com base nesse insumo possuem alguns problemas de qualidade, tais como pequeno volume, coloração, textura e estrutura do miolo. Para minimizar estes defeitos, são utilizadas gomas, as quais conferem propriedades viscoelásticas para as massas. (TURABI, SUMNU e SAHIN, 2010)



## 2.8. Goma xantana e carboximetilcelulose (CMC)

Hidrocolóides são utilizados para a obtenção de formulações que imitem as propriedades viscoelásticas do glúten e que resultem em melhor estrutura, palatabilidade, aceitabilidade e que aumentem a vida de prateleira do produto. Os hidrocolóides mais utilizados são hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), metilcelulose (MC), alfarroba, goma guar e goma xantana. (LARIZADOU et al., 2007)

As moléculas de carboximetilcelulose (CMC) são compridas e rígidas, com carga negativa devido aos grupos carboxílicos presentes em sua estrutura. A repulsão eletrostática faz com que as moléculas em solução apresentem uma forma estendida, da mesma forma, as moléculas adjacentes se repelem entre si, o que torna as soluções altamente viscosas e estáveis. Já a goma xantana é muito utilizada na indústria de alimentos devido a sua solubilidade em água fria ou quente, possui alta viscosidade mesmo a baixas concentrações, é solúvel e estável em sistemas ácidos, possui afinidade com o sal, capacidade de estabilizar suspensões e emulsões, alta estabilidade durante congelamento e descongelamento. (FENNEMA, 2010)

Segundo Bobbio e Bobbio (2001) a CMC forma filmes e pode formar precipitados com cátions di e trivalentes e também pode formar géis com cátions trivalentes, tem efeito marcante na atividade de água e, justamente por causa disso é utilizada como espessante em alimentos.

Um estudo realizado por Shittu et al. (2009) mostraram que a adição de goma xantana à formulação sem glúten afetou significativamente as propriedades da massa e também algumas qualidades do pão. O aumento da quantidade de goma adicionada tornou a manipulação da massa mais difícil. Quanto maior a quantidade de goma, maior o tempo de assamento, maior volume da massa, maciez da crosta e aceitabilidade do produto.

Preichardt et al., 2009 mostraram que a adição de goma xantana em bolos sem glúten melhorou as características sensoriais do produto formulado com farinha de arroz e de milho. Houve um retardo do envelhecimento, menor formação de migalhas e maior sensação de umidade na boca.

Onyango, Unbenhend e Lindhauer (2009) estudaram o uso de diferentes derivados celulósicos na elaboração de pães sem glúten. Entre eles, apenas o tratamento com 2,4% de CMC mostrou conformidades com a viscosidade e os parâmetros de recuperação elástica esperados quando emulsificantes são adicionados à massa. Este resultado se deve ao fato de que a CMC é aniônica, enquanto os outros derivados são não iônicos, portanto, devido às ligações covalentes, não se dissociam em água. A concentração de CMC também foi importante no resultado deste estudo, já que os parâmetros reológicos da massa eram insensíveis a baixas concentrações e similares ao controle (sem adição de derivados celulósicos).

## **2.9. Amidos**

O amido apresenta várias funções na produção de alimentos. São utilizados principalmente para absorver água e formar fluidos viscosos ou géis e proporcionar a textura desejada dos alimentos. O amido de milho resulta em pastas claras e coesivas. O de batata é utilizado na produção de snacks, sopas em pó e sobremesas, já o amido de arroz produz um gel opaco, muito útil para a produção de alimentos infantis. Os amidos nativos produzem pastas de pouco corpo, coesivas e gomosas quando tratadas termicamente e géis pouco desejáveis quando resfriados. Para melhorar estas qualidades, os amidos são modificados. A modificação do amido faz com que as pastas resultantes sejam resistentes as condições de calor, forças e ácidos aplicados durante o processamento de alimentos e também para introduzir funções específicas. São aditivos e ingredientes funcionais, úteis e abundantes no processamento de alimentos (FENNEMA, DAMODARAM e PARKIN, 2010)

O uso de amidos e féculas em pães sem glúten facilita o desenvolvimento de uma massa coesa que prende as bolhas de gás e previne a perda de dióxido de carbono durante o assamento. Além disso, o amido diminui o efeito indesejável das partículas de farinha que afetam a uniformidade do gel e interferem nos filmes formados ao redor das bolhas de gás. (ONYANGO, UNBENHEND E LINDHAUER, 2009)

A amilose e a amilopectina tem um impacto significativo no endurecimento do pão durante seu envelhecimento devido à retrogradação. Outra questão importante que afeta o envelhecimento dos pães é a migração de água do miolo para a crosta. O conteúdo de água e sua atividade determinam a recristalização dos polímeros de amido e esses fatores são muito importantes principalmente em pães sem glúten já que a formulação é baseada nesse carboidrato e a concentração de outros componentes é relativamente baixa. Como a agregação da amilose é um processo rápido, que começa durante o resfriamento do pão, o principal fator para o endurecimento do miolo é a agregação da amilopectina. (WITCZAK et al., 2010)

O amido é praticamente insolúvel em água fria – pode absorver até 30% em peso, resultando em pequeno aumento de volume. Quando aquecido, o amido passa a ser muito solúvel em água e passa então, a ocupar todo o espaço possível. O resultado é um sistema em que toda a água estará ligada à amilose e à amilopectina ou presa entre os grãos, formando uma solução. A viscosidade do sistema aumenta ao máximo e a transparência também (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

O desenvolvimento das formulações de pão tipo cachorro-quente isento de glúten foi realizado com equipamentos domésticos. O teste sensorial foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

#### **3.1. Materiais**

Os ingredientes utilizados na formulação do pão sem glúten foram farinha de arroz, fécula de batata, polvilho doce, gordura vegetal, ovos, açúcar, sal, fermento, carboximetil celulose (CMC) e gelatina sem sabor, liga neutra ou goma xantana, dependendo da formulação. Foi utilizada batedeira planetária e forno à gás, para batimento, fermentação e forneamento das formulações, respectivamente (Anexo 1).

#### **3.2. Desenvolvimento das formulações**

Inicialmente, pesquisou-se formulações em sites de associações de celíacos por receitas de pão sem glúten, de pão de cachorro quente sem glúten e de pão doce sem glúten, porém, todas resultaram em massas com pouca viscoelasticidade, sendo na sua maioria, líquidas, semelhantes a massas de bolos.

Iniciou-se então o desenvolvimento de uma formulação que combinasse os ingredientes presentes em todas as receitas pesquisadas, mas que alcançasse a textura desejada. Todas as formulações apresentavam ovos, açúcar, sal, fermento biológico, gordura (óleo vegetal ou margarina), leite ou água e uma combinação de farinhas sem glúten: farinha ou creme de arroz e algum tipo de fécula.

A análise sensorial foi realizada comparando-se três produtos que tinham a mesma formulação base, porém que variavam no tipo de hidrocolóide utilizado. A primeira fórmula foi realizada com Liga Neutra, uma mistura de CMC e goma guar, a segunda com CMC e gelatina sem sabor e a terceira, com goma xantana.

No processamento gelatinizou-se uma parte da fécula de batata em água com tratamento térmico, formando uma massa com viscoelasticidade semelhante ao glúten, porém, misturando-se essa massa aos outros ingredientes, obteve-se uma mistura muito seca, necessitando-se de uma maior quantidade de água, o que inviabilizou o processo de adição da salsicha no recheio da massa. A partir de testes práticos, foi verificado que a melhor formulação seria com menor quantidade de água e sem gelatinização da fécula.

Misturou-se todos os ingredientes em batedeira planetária até a obtenção de uma massa lisa e homogênea, semelhante à massa de pão com glúten. Foi calculada a quantidade de ingredientes necessárias para a produção de 1kg de massa, o suficiente para a produção de 25 pães de 40g de massa e 16g de salsicha.

Após a formatação, os pães ficaram em repouso por 20 minutos para o crescimento, sendo que o tempo de crescimento não deve ser superior a 30 minutos, pois a casca pode apresentar rachaduras, efeito indesejável para este tipo de pão, que deve ter crosta macia e lisa.

Depois de crescidos, os pães foram assados durante 20 minutos, até que a casca adquiriu leve coloração dourada. A partir deste tempo, os pães praticamente não mudaram e cor, porém a casca começou a ficar crocante e a parte inferior queimada. Após o resfriamento, os pães foram congelados para serem utilizados na análise sensorial no dia seguinte.

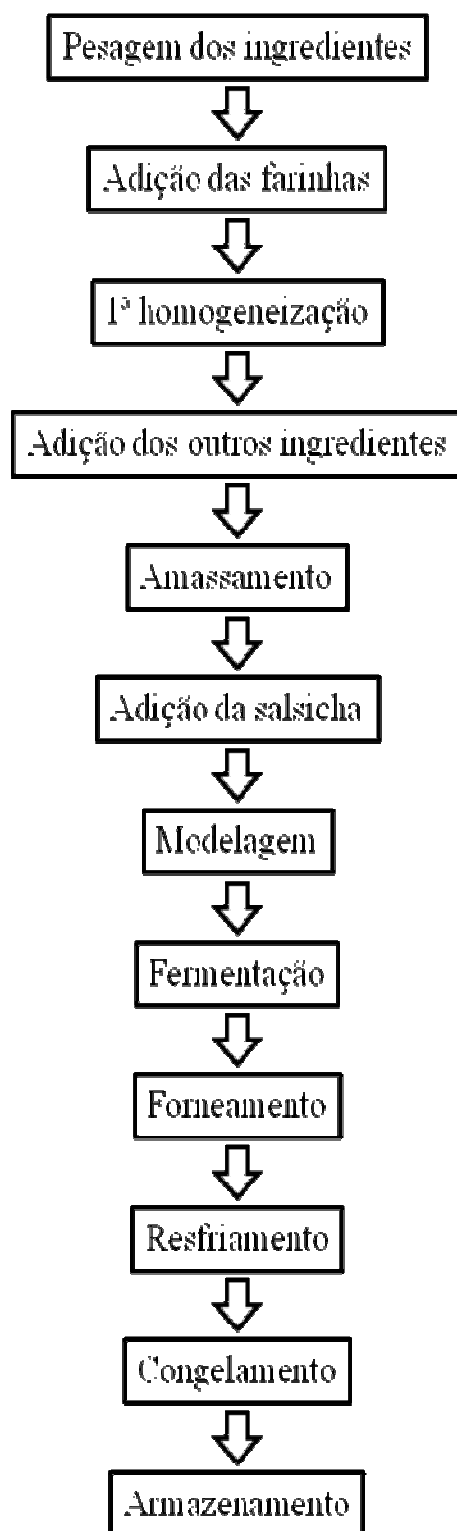
A Tabela 2 apresenta a formulação dos três pães utilizados para a análise sensorial.

Tabela 2: Formulações de pães tipo cachorro quente isento de glúten utilizadas na análise sensorial

| Ingredientes              | Formulação com        | Formulação com      | Formulação com     |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
|                           | CMC + gelatina<br>(A) | goma xantana<br>(B) | liga neutra<br>(C) |
| Fécula de batata (%)      | 25                    | 25                  | 25                 |
| Farinha de arroz (%)      | 12                    | 12                  | 12                 |
| Leite em pó (%)           | 8                     | 8                   | 8                  |
| Creme de arroz (%)        | 6                     | 6                   | 6                  |
| Farinha de soja (%)       | 5                     | 5                   | 5                  |
| Água (%)                  | 21                    | 21                  | 21                 |
| Ovos (%)                  | 5                     | 5                   | 5                  |
| Manteiga (%)              | 5                     | 5                   | 5                  |
| Óleo de soja (%)          | 1,2                   | 1                   | 1                  |
| Fermento (%)              | 0,9                   | 1                   | 1                  |
| Sal (%)                   | 0,1                   | 0,1                 | 0,1                |
| Açúcar (%)                | 9                     | 9                   | 9                  |
| Melhorador de farinha (%) | 0,9                   | 0,9                 | 0,9                |
| Liga neutra (%)           | -                     | -                   | 0,8                |
| CMC (%)                   | 0,7                   | -                   | -                  |
| Gelatina sem sabor (%)    | 0,7                   | -                   | -                  |
| Goma xantana (%)          | -                     | 0,8                 | -                  |

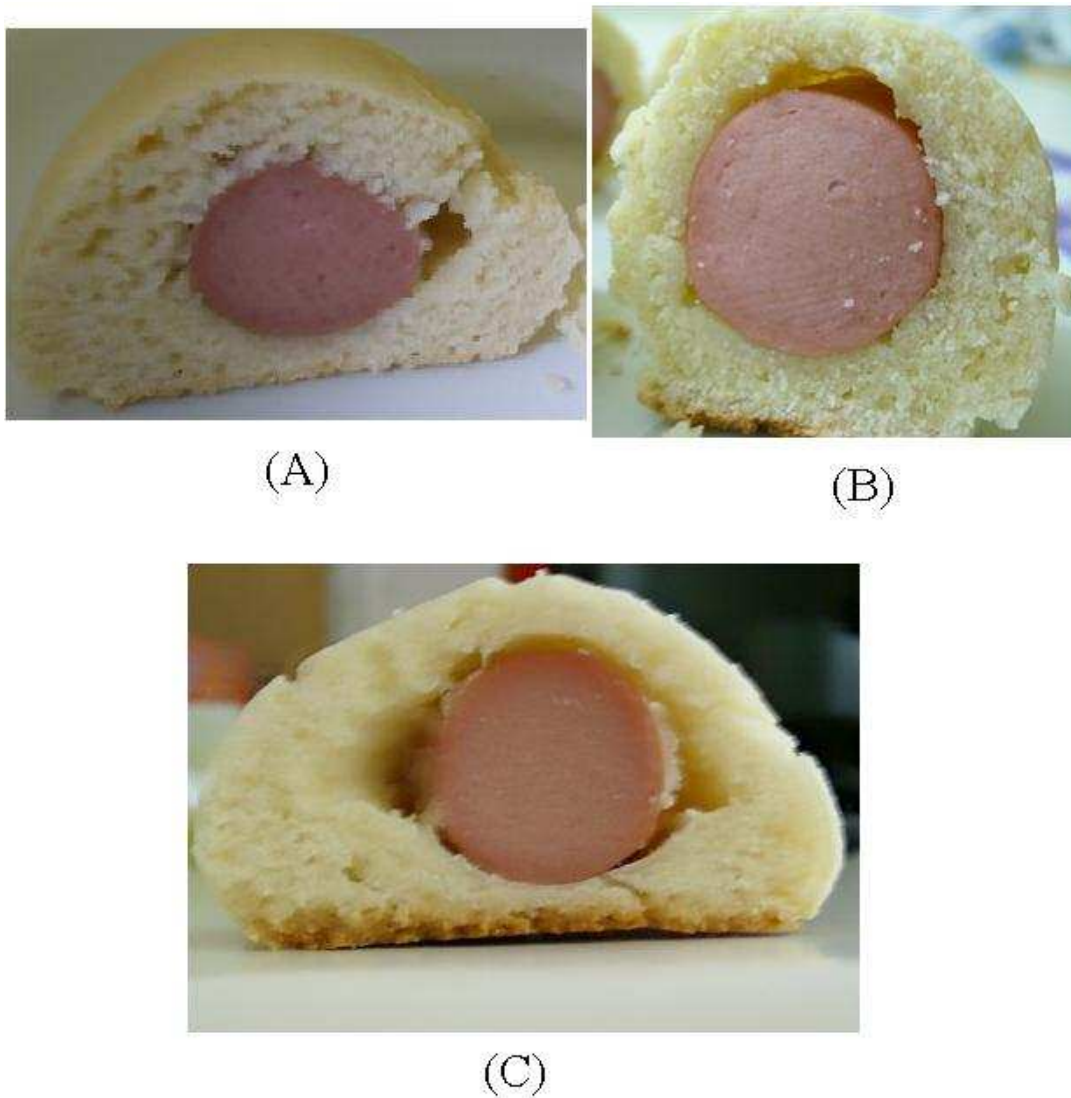
A Figura 12 mostra as etapas do processamento dos pães elaborados.

Figura 12: Fluxograma de processamento do pão de cachorro quente isento de glúten.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13: Fotos dos pães utilizados na análise sensorial



(A) pão elaborado com CMC e gelatina sem sabor; (B) Pão elaborado com goma xantana;  
(C) pão elaborado com liga neutra.

### 3.3. Análise sensorial

O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS no dia 11/11/2011. O teste foi realizado com indivíduos não celíacos devido à



gravidade da doença e da chance de contaminação acidental do produto pelos equipamentos utilizados para o preparo das formulações serem os mesmos utilizados para a preparação de produtos à base de farinha de trigo.

O teste de aceitação foi aplicado comparando-se as três amostras de pão de cachorro quente isento de glúten com os diferentes tipos de hidrocolóides já mencionados anteriormente, identificados por três dígitos aleatórios.

As amostras congeladas foram aquecidas em microondas por 40 segundos e cortadas ao meio. Foram servidas em um prato, juntamente com água e uma ficha de avaliação. Os atributos avaliados foram cor da casca, aparência do miolo, aroma, sabor, textura e aceitação global. Foi utilizada escala hedônica de 9 pontos (1 – desgostei muitíssimo; 9 – gostei muitíssimo) segundo o modelo do Anexo 2.

O teste não foi realizado com painel não treinado formado por 30 pessoas, entre 21 e 64 anos, sendo 10 do sexo masculino e 20 do sexo feminino. Era desconhecido se os provadores tinham contato ou não com produtos sem glúten. Para avaliação dos resultados, foi realizada análise de variância ANOVA® e Teste de Tukey para diferença de médias a um nível de 5% de significância.

O índice de aceitabilidade foi calculado a partir da fórmula abaixo:

$$IA\% = X \times \frac{100}{N}$$

Onde:

X = média de cada amostra;

N = nota máxima da escala, ou seja, 9.

Na ficha de aceitação também foram realizadas perguntas para avaliar o grau de conhecimento dos provadores em relação aos produtos sem glúten Anexo 3.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro questionamento na avaliação quantitativa tinha o intuito de avaliar o perfil sensorial dos provadores, ou seja, se os mesmos já haviam consumido outro tipo de pão sem glúten e, em caso afirmativo, foi questionado quais as diferenças sensoriais em relação às amostras apresentadas.

Dos 30 provadores avaliados, apenas 8 (27%) já haviam experimentado pães sem glúten. Entre as diferenças, a maciez das amostras testadas foi o atributo mais citado. Além disso, 2 pessoas comentaram que o aroma se assemelhava ao de pão com glúten, não era desagradável como o que já haviam experimentado. Um provador citou que só havia consumido pão sem glúten torrado, e por isso não poderia fazer uma comparação.

De acordo com os resultados, a elaboração do pão foi satisfatória, pois os comentários em geral sobre as amostras apresentadas indicaram que atributos como textura e aroma foram melhores avaliados do que produtos sem glúten presentes no mercado.

Os comentários também indicaram que a textura das amostras testadas era significativamente melhor que a de pães sem glúten já experimentados pelos provadores, visto que estas eram menos esfarelentas, secas e quebradiças.

Quando questionados sobre quais as diferenças entre produtos com e sem glúten, as respostas textura e maciez da massa foram indicadas por 16 provadores (53%), sendo que todos comentaram que produtos sem glúten tem textura seca e farinhenta, enquanto que produtos com glúten são mais macios, com massa mais homogênea, o que não os deixa tão secos.

A crosta também foi citada nos comentários, que mencionavam que pães com glúten apresentam crosta homogênea, não quebradiça e dourada, enquanto que pães sem glúten apresentam crosta quebradiça e esbranquiçada.

Em relação a informação sobre se os provadores achavam que somente celíacos consomem produtos sem glúten e em caso negativo quais os outros motivos para o consumo deste tipo de produto, foi verificado que das 30 pessoas envolvidas neste estudo, apenas 9 afirmaram acreditar que somente celíacos ingerem produtos sem glúten. Para os

outros provadores, produtos sem glúten são consumidos também pela família de pacientes celíacos e por pessoas que se sentem desconfortáveis quando ingerem produtos com glúten.

Diversos provadores também indicaram que produtos sem glúten são consumidos por pessoas que seguem dietas com determinadas restrições, tais como a do tipo sanguíneo e também por pessoas que acreditam se tratar de um produto mais light e saudável. Além disso, podem ser consumidos por pessoas com curiosidade para conhecer novos produtos e sabores.

De acordo com as respostas obtidas na análise quantitativa, conclui-se que as notas dadas pelos provadores podem diferir significativamente, pois a maioria nunca tinha consumido produtos isentos de glúten o que induz uma provável comparação entre as amostras com pães a base de farinha de trigo, diminuindo assim, a nota atribuída durante a análise. Resultados positivos foram encontrados para a maioria dos atributos avaliados, visto que atributos como textura e aroma foram citados como melhores que outros produtos presentes no mercado.

Apesar de esperado que a maioria dos provadores indicasse que somente celíacos consomem pães sem glúten, a maioria citou que não celíacos também podem consumir, indicando que o mercado para este tipo de produto pode ser ainda maior, necessitando apenas de uma divulgação clara e correta para o consumidor.

#### **4.1. Análise sensorial – Teste de aceitação**

A análise sensorial permitiu verificar qual hidrocolóide proporcionou melhor resultado nos atributos cor da casa, aparência do miolo, aroma, sabor, textura e aceitação global (Tabela 3).

Tabela 3: Médias obtidas para teste de aceitação de pão tipo cachorro quente isento de glúten.

|                    | A                | B                 | C                 |
|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Aparência do miolo | 7,5 <sup>a</sup> | 6,7 <sup>a</sup>  | 7,1 <sup>a</sup>  |
| Cor da casca       | 7,6 <sup>a</sup> | 6,6 <sup>b</sup>  | 7,0 <sup>ab</sup> |
| Aroma              | 7,6 <sup>a</sup> | 6,9 <sup>a</sup>  | 6,9 <sup>a</sup>  |
| Sabor              | 7,7 <sup>a</sup> | 7,0 <sup>ab</sup> | 6,5 <sup>b</sup>  |
| Textura            | 7,4 <sup>a</sup> | 6,4 <sup>b</sup>  | 5,6 <sup>b</sup>  |
| Aceitação global   | 7,6 <sup>a</sup> | 6,7 <sup>b</sup>  | 6,4 <sup>b</sup>  |

A = Formulação com CMC + gelatina; B = Formulação com goma xantana; C = Formulação com liga neutra.

<sup>ab</sup> Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.1.1. Aparência do miolo

Quanto a aparência do miolo observou-se que não houve diferença significativa para as 3 amostras analisadas, sendo todas as notas superiores a 74% de aceitação, indicando que todas as amostras foram consideradas satisfatórias para tal quesito (Tabela 4).

Tabela 4: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aparência do miolo”

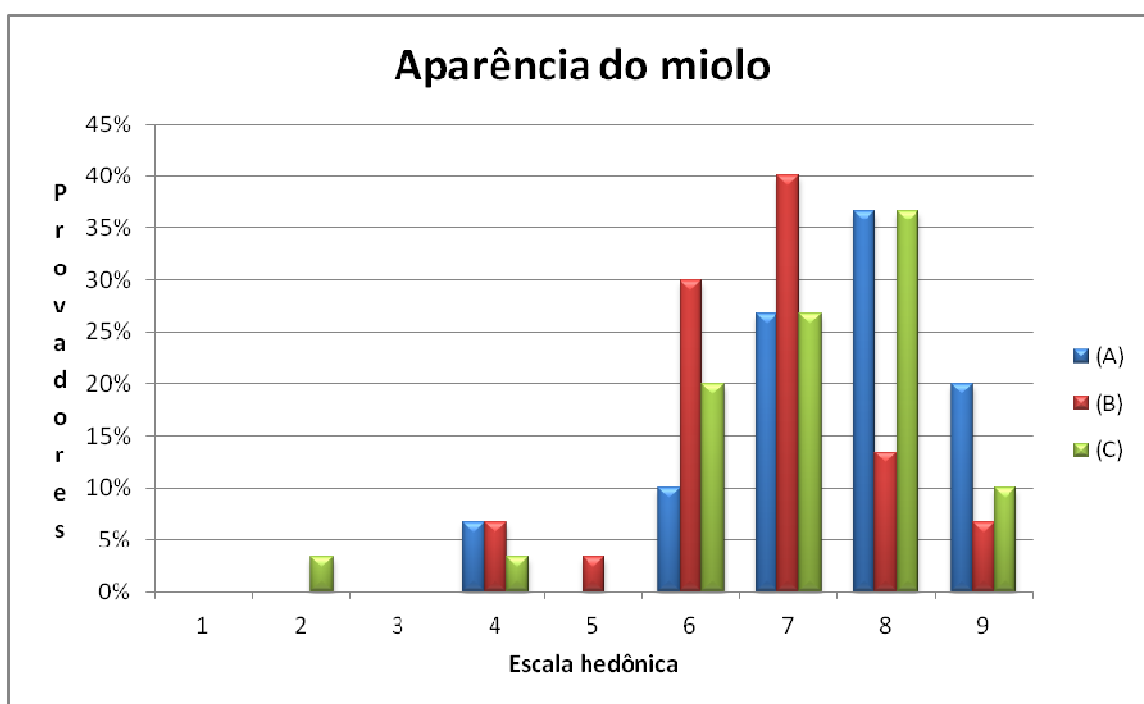
|                         | A                | B                | C                |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Média                   | 7,5 <sup>a</sup> | 6,7 <sup>a</sup> | 7,1 <sup>a</sup> |
| Índice de aceitação (%) | 83,3             | 74,4             | 78,9             |

A = Formulação com CMC + gelatina; B = Formulação com goma xantana; C = Formulação com liga neutra

<sup>ab</sup> Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

Porém, pelo histograma de distribuição (Figura 14) percebe-se que a maior parte dos provadores (40%), considerou a amostra B nota 7 (gostei moderadamente) enquanto que a nota dada pela maioria para as amostras A e C foi 8 (gostei muito), sendo que 20% dos provadores atribuíram nota 9 (gostei muitíssimo) para a amostra A e 10% atribuíram esta mesma nota para a amostra C. Este resultado deve-se, provavelmente ao fato de que a amostra B apresentou menor crescimento, mostando a aparência do miolo abatulado.

Figura 14: Histograma de distribuição para aparência do miolo das amostras.



(A) Amostra com CMC e gelatina sem sabor; (B) Amostra com goma xantana; (C) Amostra com Liga Neutra.

O pão elaborado com goma xantana foi o que apresentou pior avaliação no quesito aparência, mesmo resultado obtido em um estudo realizado por Guarda et al. (2004). Em tal pesquisa foi avaliada o uso de diferentes gomas na produção de pães e a formulação com goma xantana apresentou índice de aceitação de 67% e a amostra que apresentou maior aceitação foi a elaborada com alginato, com índice de aceitação de 91%.

López, Pereira e Junqueira (2004) testaram a substituição de farinha de trigo por farinha de arroz, fécula de mandioca ou fécula de milho para a produção de pães sem glúten. Avaliações física e sensorial mostraram que as amostras diferiram significativamente entre si no atributo aparência do miolo. A amostra elaborada com farinha de arroz foi a que obteve maiores notas para todos os atributos avaliados, apresentando maior maciez e consistência, além de alvéolos pequenos e bem distribuídos. Por sua vez, o pão elaborado com fécula de milho apresentou volume adequado, de cor esbranquiçada, porém com crosta irregular e frágil e o elaborado com fécula de mandioca apresentou aspecto de borracha, sem estrutura definida e pouco volume. A mistura de farinha e féculas (45, 35 e 20% de farinha de arroz, amido de milho e fécula de mandioca, respectivamente) apresentou miolo com alvéolos uniformes e bem distribuídos.

#### 4.1.2. Cor da casca

Para a cor da casca observa-se que a amostra que obteve maior aceitação foi a formulação A (Tabela 5), porém todas as amostras apresentaram aceitação superior a 73%, indicando que todas foram consideradas satisfatórias no quesito cor da casca.

Tabela 5: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “cor da casca”

|                         | A                | B                | C                 |
|-------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Média                   | 7,6 <sup>a</sup> | 6,6 <sup>b</sup> | 7,0 <sup>ab</sup> |
| Índice de aceitação (%) | 84,4             | 73,3             | 77,8              |

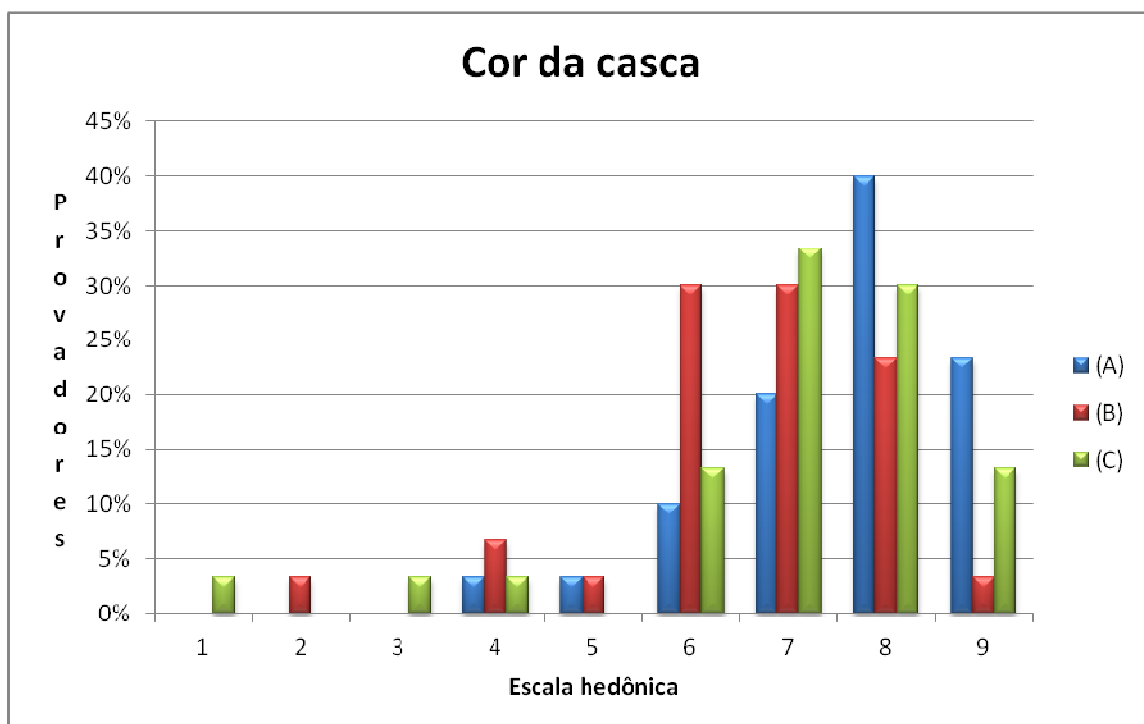
A = Formulação com CMC + gelatina; B = Formulação com goma xantana; C = Formulação com liga

<sup>ab</sup> Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

De acordo com Hathorn et al., 2008, a cor é um atributo de grande importância na escolha de pães. Entre as amostras, a formulação A apresentou maior aceitação que as demais. Este resultado deve-se, possivelmente, pelo fato da amostra citada apresentar casca mais dourada devido à reação de Maillard, o que não foi tão perceptível nas outras

amostras. Na contagem geral, apesar de todas formulações atingirem o índice de aceitação desejável, observou-se que a amostra A obteve índice maior devido ao fato de 23% dos provadores terem atribuído conceito máximo (gostei muitíssimo) e 40% terem atribuído conceito 8 (gostei muito) para este atributo (Figura 15).

Figura 15: Histograma de distribuição para cor da casca das amostras.



(A) Amostra com CMC e gelatina sem sabor; (B) Amostra com goma xantana; (C) Amostra com Liga Neutra.

Sabanis, Lebesi e Tzia (2009) relataram que pães sem glúten tem cor da casca mais clara que pães a base de farinha de trigo, mesmo resultado encontrado neste estudo, no qual a única amostra que adquiriu um leve tom dourado na casca foi a formulação com CMC e gelatina sem sabor.

César et al (2006) elaboraram um pão de forma sem glúten com creme de arroz (80%), polvilho azedo (16%) e polvilho doce (4%). A cor da casca obteve resultados satisfatórios, com coloração dourada e homogênea. Em uma escala de 5 pontos, a média atribuída foi

4,0, o que representa um índice de aceitação de 80%, resultados semelhantes ao encontrado neste estudo.

Formulações foram elaboradas por Onyango et al. (2011) com amido de milho, de batata, sorgo, mandioca ou arroz. As formulações contendo 10% de amido apresentaram fissuras na crosta e foram menos atraentes. Por outro lado, os pães que continham mais de 20% de amido possuíam crostas com poucas ou nenhuma fissura, porém, com o aumento da quantidade de amido, menor o volume final do pão elaborado, com exceção da formulação com uma mistura de sorgo e arroz, cujo volume praticamente não variou com o assamento.

#### 4.1.3. Aroma

Para o aroma não houve diferença significativa para as 3 amostras analisadas (Tabela 6) e todas tiveram mais de 76% de aceitação, sendo consideradas satisfatórias no quesito aroma.

Tabela 6: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aroma”

|                         | A                | B                | C                |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Média                   | 7,6 <sup>a</sup> | 6,9 <sup>a</sup> | 6,9 <sup>a</sup> |
| Índice de aceitação (%) | 84,4             | 76,7             | 76,7             |

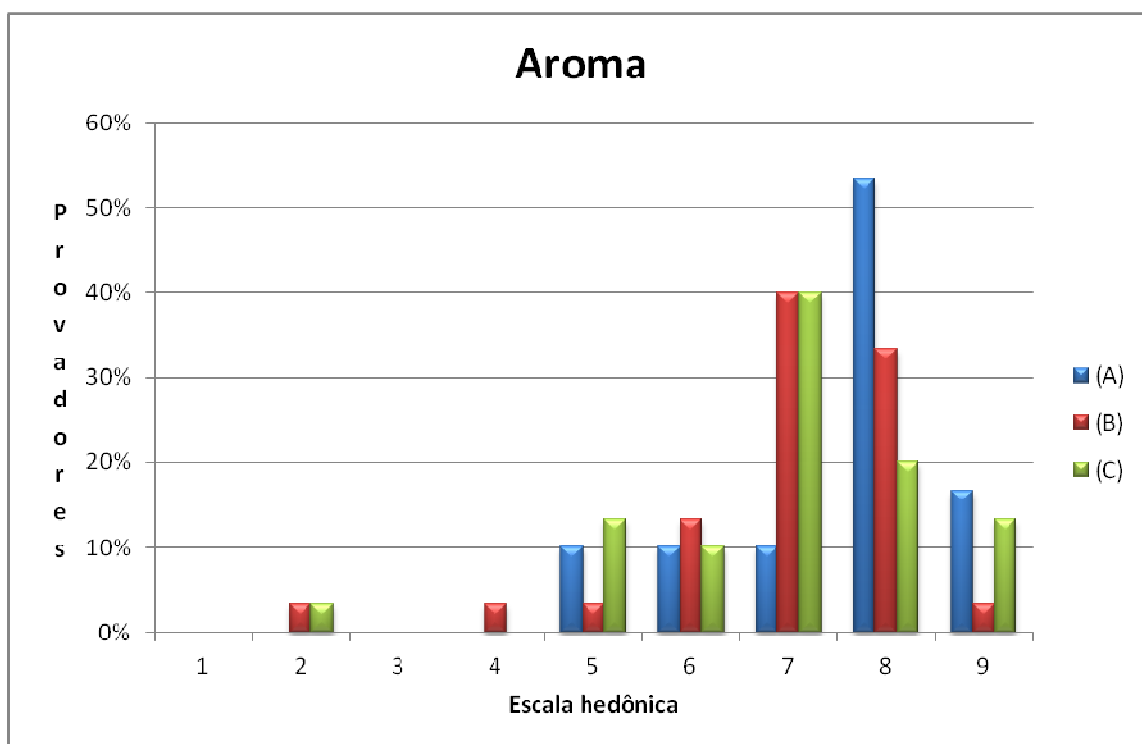
A = Formulação com CMC + gelatina; B = Formulação com goma xantana; C = Formulação com liga

<sup>ab</sup> Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

De acordo com o histograma de distribuição (Figura 16) observou-se que 53% dos provadores avaliaram com nota 8 (gostei muito) a formulação A, enquanto que esta mesma nota foi dada por 33% dos provadores para a amostra B e por 20% para a amostra C. Este resultado deve-se, possivelmente ao fato de que o uso de CMC e gelatina sem sabor podem mascarar o aroma de leite em pó e de farinha de soja, mais presentes nas formulações com goma xantana e com liga neutra.



Figura 16: Histograma de distribuição para aroma das amostras.



(A) Amostra com CMC e gelatina sem sabor; (B) Amostra com goma xantana; (C) Amostra com Liga Neutra.

Kiskini et al (2007) avaliaram a aceitação de pães sem glúten e pães sem glúten fortificados com ferro. Para o atributo aroma, em escala hedônica de 9 pontos, a média foi 4,7 para pães sem glúten sem fortificação e 6,4 para pães fortificados com pirofosfato férrico com adição de emulsificantes.

Rolim et al (2010) obtiveram resultados diferentes de aceitação do atributo aroma para pães elaborados com farinha de yacon. A amostra com 6% de yacon e 3% de gordura, obteve média de 4,82, sendo que a formulação com 11% de yacon e sem gordura obteve média 5,53, ambas diferiram significativamente da amostra padrão (média de 6,86). As duas formulações tiveram menos de 70% de aceitação para este atributo, porém, as notas dadas para aceitação global, atributo considerado mais importante pelos autores, foram superiores a 72%. Este índice de aceitação aliado as propriedades probióticas do yacon levaram aos autores concluir que a fabricação deste tipo de pão é promissora, apesar da nota de aceitação para o aroma não ser a ideal.

#### 4.1.4. Sabor

A Tabela 7 mostra que para o atributo sabor a maior nota foi atribuída para a formulação A, porém, todas tiveram mais de 72% de aceitação, indicando que foram consideradas satisfatórias para tal quesito.

Tabela 7: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “sabor”

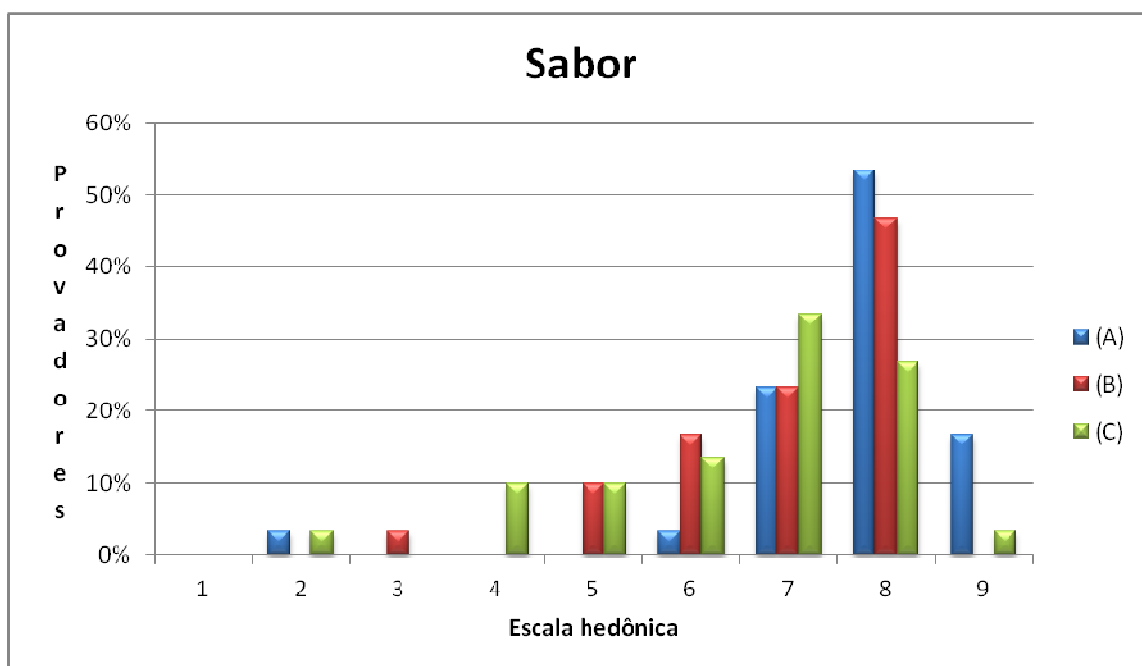
|                         | A                | B                 | C                |
|-------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Média                   | 7,7 <sup>a</sup> | 7,0 <sup>ab</sup> | 6,5 <sup>b</sup> |
| Índice de aceitação (%) | 85,6             | 77,8              | 72,2             |

A = Formulação com CMC + gelatina; B = Formulação com goma xantana; C = Formulação com liga

<sup>ab</sup> Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

O histograma da Figura 17 indica que para a amostra A apenas um provador (3%) atribuiu nota 2, sendo que todos os demais atribuíram nota 6 (gostei levemente) ou maior e 53% dos provadores atribuíram nota 8 (gostei muito). Para a amostra B, 47% dos provadores atribuíram nota 8 (gostei muito) enquanto que para a amostra C apenas 27% dos provadores indicaram tal valor. Conclui-se que quando considerado apenas este atributo, não deve-se utilizar Liga Neutra na formulação. Assim como para o atributo aroma, a amostra C apresentou acentuado sabor de farinha de soja e leite em pó, sendo tal fato indesejável para o produto, por isso, provavelmente as notas foram menores.

Figura 17: Histograma de distribuição para sabor das amostras.



(A) Amostra com CMC e gelatina sem sabor; (B) Amostra com goma xantana; (C) Amostra com Liga Neutra.

Torbica, Hadnadev e Dapcevic (2010) elaboraram um pão sem glúten a partir de uma mistura de farinha de arroz e de trigo sarraceno. A análise sensorial destes pães mostrou que quanto maior a quantidade de farinha de trigo sarraceno com casca na mistura, menor os escores para aroma e sabor. Porém, ao aumentar a quantidade de farinha de trigo sarraceno descascada, os escores para estes atributos aumentaram significativamente, devido ao aroma e sabor agradáveis desta farinha, que não possui o sabor amargo da casca do grão.

Sabanis, Tzia e Papadakis (2008) testaram a aceitação de pães com a adição diferentes concentrações e tipos de adoçantes em suco de uva. Quanto ao sabor, o pão que teve maior aceitação foi elaborado com 3% de CRJ, pois teve um sabor suave, ligeiramente diferente dos outros avaliados, com sucralose e DRJ. Além disso, a adição deste suco confere ao produto uma textura e sensação de boca que remete a gordura, fazendo com que a quantidade de lipídeos na massa possa ser diminuída.

#### 4.1.5. Textura

Para a textura, a Tabela 8 mostra que houve diferença significativa entre formulação A e as demais. Observou-se também que a formulação C obteve índice de aceitação de 62% apenas, indicando aceitação não desejada para a continuação dos testes. As amostras A e B apresentaram índice de aceitação maior do que 70%, sendo ambas consideradas satisfatórias no quesito textura.

Tabela 8: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “textura”

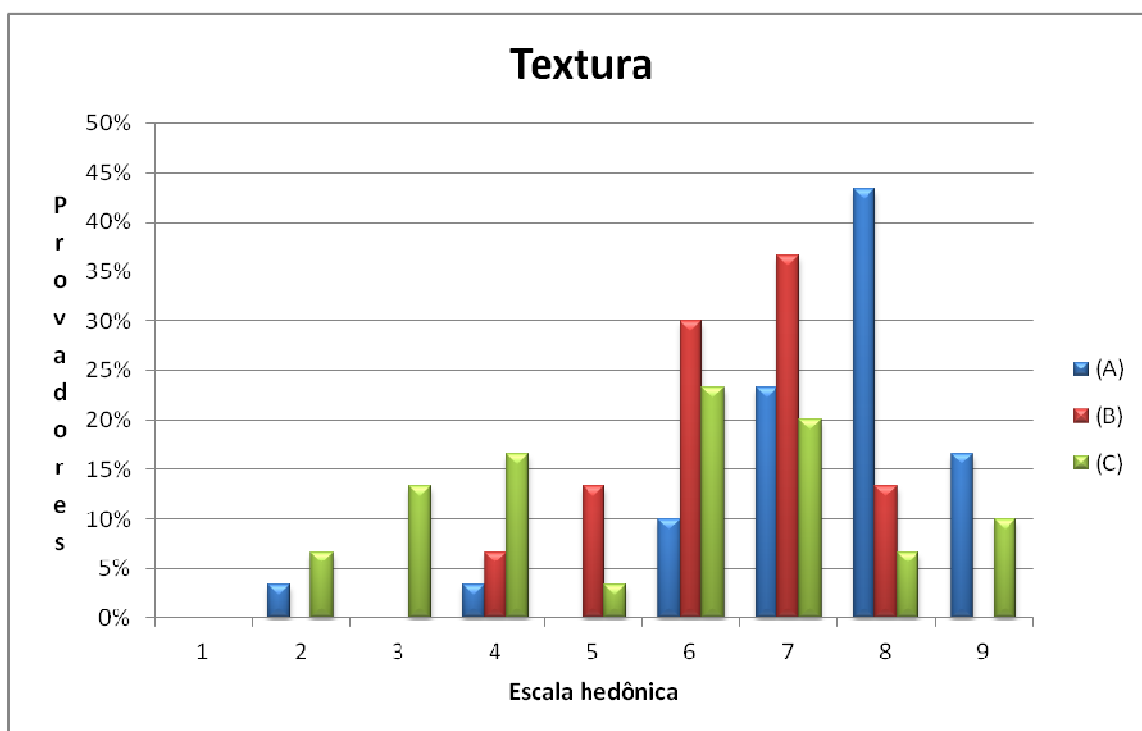
|                         | A                | B                | C                |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Média                   | 7,4 <sup>a</sup> | 6,4 <sup>b</sup> | 5,6 <sup>b</sup> |
| Índice de aceitação (%) | 82,2             | 71,1             | 62,2             |

A = Formulação com CMC + gelatina; B = Formulação com goma xantana; C = Formulação com liga

<sup>ab</sup> Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

Comparando-se a quantidade de provadores que atribuíram nota 8 (gostei muito) para a textura, observou-se que 43% dos provadores indicaram tal nota para a amostra A, enquanto apenas 13% relataram tal conceito para a amostra B e 7% para a amostra C. Além disso, nenhum dos provadores atribuiu nota 9 (gostei muitíssimo) para esta amostra (Figura 18). O resultado obtido deveu-se ao fato de que a amostra C apresentou textura mais “esfarelenta e seca” conforme comentado pelos provadores. Na decisão de utilizar liga neutra na formulação, deve-se buscar aditivos para melhorar a qualidade deste atributo.

Figura 18: Histograma de distribuição para textura das amostras.



(A) Amostra com CMC e gelatina sem sabor; (B) Amostra com goma xantana; (C) Amostra com Liga Neutra.

Demirkesen et al. (2010) elaboraram pães sem glúten com goma xantana, goma guar, mistura de goma xantana e guar e mistura de goma xantana e alfarroba, com adição ou não de emulsificantes. O resultado da análise sensorial destes pães, formulados a base de farinha de arroz, mostrou que houve diferença significativa na textura das amostras testadas. A maior pontuação para a textura foi obtida quando misturado goma xantana com goma guar e goma xantana com goma alfarroba, ambas com a adição de emulsificante.

Bárcenas e Rosell (2005) avaliaram a aceitação de pães adicionados de HPMC (hidroxipropil metil celulose), comparando com amostra controle sem hidrocolóides em escala hedônica de 9 pontos. A textura do pão com HPMC obteve média mais alta, 6,57 enquanto a controle obteve média de 5,10, mostrando que o uso de hidrocolóides em panificação é importante para a melhora das propriedades organolépticas dos produtos.

#### 4.1.6. Aceitação global

Para o quesito aceitação global, a amostra com CMC e gelatina sem sabor (A) obteve média mais alta que as demais. Todas obtiveram índice de aceitação maior do que 71%, porém, para a amostra A este índice foi de 84%, enquanto para a amostra C este índice foi de 71% (Tabela 9), indicando que a primeira formulação atende melhor aos requisitos de aceitação global.

Tabela 9: Média e índice de aceitação obtidos no teste de aceitação para o atributo “aceitação global”

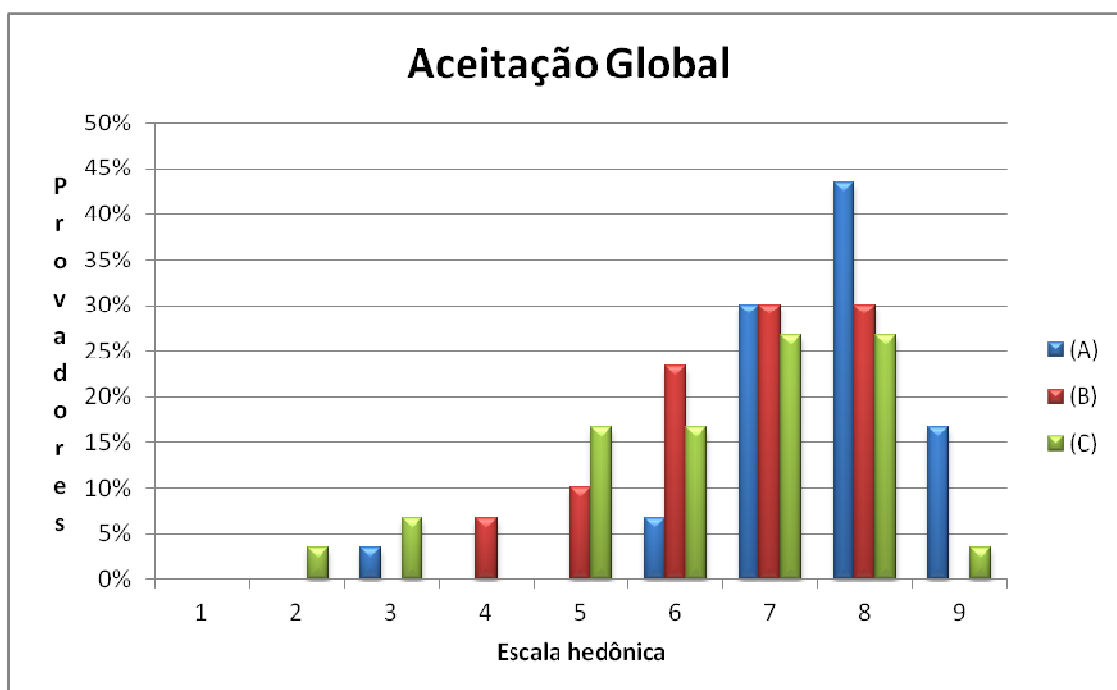
|                         | A                | B                | C                |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Média                   | 7,6 <sup>a</sup> | 6,7 <sup>b</sup> | 6,4 <sup>b</sup> |
| Índice de aceitação (%) | 84,4             | 83,8             | 71,1             |

A = Formulação com CMC + gelatina; B = Formulação com goma xantana; C = Formulação com liga

<sup>ab</sup> Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância ( $p \leq 0,05$ )

Observou-se que a nota 8 foi conferida pela maioria dos provadores para a amostra A (43% dos provadores) (Figura 19), além disso, esta nota foi conferida por 30% e 27% dos provadores para as amostras B e C, respectivamente, indicando que todas as amostras tiveram uma boa aceitação como um todo, no entanto, a amostra C teve notas menores ou iguais a 5 conferidas por 27% dos provadores, enquanto estas mesmas notas foram dadas por apenas 3% dos provadores para a amostra A. Este resultado fez com que seu índice de aceitação fosse mais alto que o das outras amostras. Como a amostra A teve notas maiores que as demais para todos os requisitos anteriores, é natural que a aceitação global desta seja também maior.

Figura 19: Histograma de distribuição para aceitação global das amostras.



(A) Amostra com CMC e gelatina sem sabor; (B) Amostra com goma xantana; (C) Amostra com Liga Neutra.

Bassan, Ferreira e Escouto (2009) desenvolveram um pão de forma doce sem glúten a partir de farinha de batata doce de polpa alaranjada e uma mistura de amidos nativos e modificados. Foi utilizada a farinha de batata doce de polpa alaranjada para suprir a carência de vitamina A devido a grande quantidade de  $\beta$ -caroteno presente neste vegetal, que, além disso, apresenta baixo custo e é de fácil cultivo. O pão elaborado apresentou aceitação de 80%, o que equivale a gostei moderadamente no teste de aceitação global. O produto apresentou características como estrutura alveolar e geométrica semelhantes ao pão de forma tradicional.

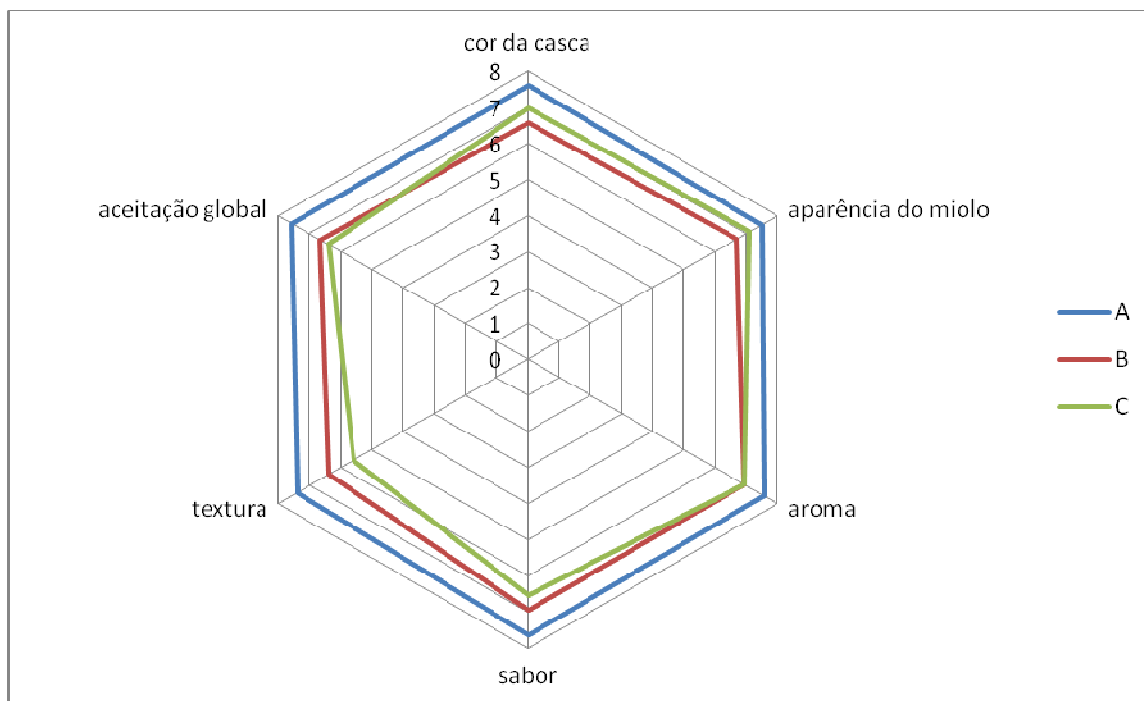
Um estudo realizado por Sabanis, Lebesi e Tzia (2009) com diferentes hidrocolóides em formulações de pães sem glúten mostrou que os elaborados com goma carragena e com goma xantana foram os que receberam menores notas no teste de aceitação e os a base de goma xantana apresentaram sabor diferente e poros menores, mesmo resultado encontrado neste estudo, no qual nenhum dos provadores atribuiu nota 9 no item aceitação global, como mostrado na Figura 18.

Nas formulações elaboradas por Lazaridou et al. (2007) com diferentes hidrocolóides, a formulação com CMC, obteve média de 7,48, o que representa índice de aceitação de 83,11%, confirmando os resultados obtidos neste estudo, no qual a formulação a base de CMC recebeu as maiores notas, enquanto a formulação a base de goma xantana foi a que apresentou as piores avaliações.

#### 4.1.7. Gráfico de atributos

A Figura 20 mostra as médias obtidas para todos os atributos avaliados para cada amostra na análise sensorial de pães tipo cachorro quente isentos de glúten. Através deste gráfico, é possível visualizar que a amostra elaborada com CMC e gelatina (A) sem sabor obteve médias mais altas do que as formulações com goma xantana (B) e com liga neutra (C), confirmando que o melhor hidrocolóide a ser utilizado entre os testados é a mistura de CMC e gelatina sem sabor na proporção 1:1.

Figura 20: Gráfico das médias dos atributos avaliados nas amostras de pão tipo cachorro quente isento de glúten



(A) Amostra com CMC e gelatina sem sabor; (B) Amostra com goma xantana; (C) Amostra com Liga Neutra.



#### ***4.1.8. Considerações finais***

A busca pelo desenvolvimento de produtos alimentícios diferenciados, para dietas com restrições (diabetes, doença celíaca, intolerância à lactose, etc) e o uso de matérias-primas nativas e de alto valor nutricional segue uma tendência geral da população de se alimentar com qualidade, praticidade e satisfação. Pesquisas realizadas na área apontam para a considerável receptividade e busca do consumidor por alimentos diferenciados e que sejam capazes de fornecer benefícios para quem os consome.

A amostra formulada com CMC e gelatina sem sabor, obteve médias maiores que 7,0 para todos os atributos, além de serem sempre maiores do que as atribuídas para as outras formulações.

A textura é o atributo que ainda deve ser melhorado. Pães sem glúten industrializados têm em sua formulação a adição de emulsificantes. Testes com a adição destes aditivos devem ser realizados para melhorar este atributo e também a crosta, que apresentou-se quebradiça em algumas amostras.

Alguns provadores já haviam tido contato com produtos sem glúten, seja por possuírem parentes celíacos ou por experiência acadêmica. Estes provadores fizeram observações sobre os produtos sem glúten, justificando os motivos de terem atribuído notas mais altas ou mais baixas para cada atributo, além disso, as notas atribuídas por estes provadores geralmente eram mais altas do que as atribuídas pelos provadores que nunca haviam consumido produtos sem glúten. Estes comentários são muito importantes para a sequência dos testes e para o responsável pelo desenvolvimento de produtos visualizar quais atributos devem ser melhorados.

Quanto à avaliação das amostras como um todo, conclui-se que a formulação com CMC e gelatina sem sabor obteve aprovação suficiente para serem indicados para o teste de mercado com a população de celíacos gaúchos. As outras duas formulações, com goma xantana e com liga neutra devem seguir em testes em pequena escala para melhorar os atributos em que obtiveram avaliações inferiores.

## 5. PERSPECTIVAS FUTURAS

Para melhorar os atributos que obtiveram notas mais baixas e também a aceitação global das amostras, 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 atributos.

Seria interessante, também, realizar testes de fermentação em fermentadora industrial, com vapor e temperatura ideal de crescimento das leveduras. Além disso, testes de forneamento e congelamento devem ser feitos para aumentar a eficiência do processo.

Testes químicos para comprovar que não existem traços de glúten na formulação devem ser realizados antes delas serem levadas ao público celíaco.

Além disso, deve haver investimentos em equipamentos exclusivos para a produção deste tipo de produto, visto que não podem ser elaborados no mesmo equipamento onde é utilizada a farinha de trigo, pois não se deve encontrar traços de glúten nestes pães, o que pode causar reação alérgica nos portadores de doença celíaca.

## 6. CONCLUSÕES

É viável a produção de pão tipo cachorro quente isento de glúten para o consumo de pacientes celíacos, visto que todas as amostras obtiveram índices de aceitação para a aceitação global maior do que 70%, indicando que todas elas poderiam passar para testes de mercado com pacientes celíacos, porém, somente a amostra com CMC e gelatina sem sabor obteve índice de aceitação maior do que 70% em todos os atributos analisados.

A amostra com CMC e gelatina sem sabor foi aprovada para a realização de testes em escala piloto com equipamentos industriais específicos para a panificação, com o uso de aditivos para melhorar as qualidades sensoriais deste pão.

## 7. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.. Coeliac disease. Following the diet and eating habits of participating individuals in the Federal District, Brazil. **Appetite**. v.57, p.105-109, 2011

ARENDDT, E.; BELLO, F. D.. **Gluten-free cereals: Products and Beverages**. 3ª ed. Elsevier, 2008. 464 p.

Associação Brasileira de Celíacos. Alimentos permitidos e proibidos. São Paulo: ACELBRA, [2011a]. Disponível em: <<http://www.acebra.org.br/2004/alimentos.php>>. Acesso em 30 ago. 2011.

\_\_\_\_\_. Dados estatísticos. São Paulo: ACELBRA, [2011b]. Disponível em: <<http://www.acebra.org.br/2004/estatisticas.php>>. Acesso em 30 ago. 2011.

BÁRCENAS, M.E.; ROSELL, C.M.. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. **Food Hydrocolloids**. v.19, p.1037-1043, 2005

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

BASSAN, J.C.; FERREIRA, G.A.O.; ESCOUTO, L.F.S.. 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, P.A.; BOBBIO, F.O.. **Química do processamento de alimentos**. 3ª edição. Varela Editora e Livraria LTDA. São Paulo, 2001

CASE, S.. The Gluten-Free Diet: How to provide effective education and resources. **Gastroenterology**. Filadélfia, v.128, n.4, p.128-134, abr. 2005

CATALDO, F.; PITARRESI, N.; ACCOMANDO, S.; GRECCO, L.. Epidemiological and clinical features in immigrant children with coeliac disease: an Italian multicentre study. **Digestive and Liver Disease**. v.36, p.722-729, 2004

CÉSAR, A.S. et al.. Elaboração de pão sem glúten. **Revista Ceres**. v.53, p.150-155, 2006

CHAVEZ, C.F.; DE LA BARCA, A. M. C.. Trends in wheat technology and modification of gluten proteins for dietary treatment of coeliac disease patients. **Journal of cereal science**. v.52, p.337-341, 2010

COUNTS, D. R.; SIERPINA, V. S. Celiac disease/Gluten intolerance. **Explore: the journal of Science and Healing**. v.2, n.1, p.43-46, jan. 2006

CROCKETT, R., et al. Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread. **Food Chemistry** (2011), doi: 10.1016/j.foodchem.2011.04.030

DEMIRKESEN, I.; MERT, B.; SUMNU, G.; SAHIN, S.. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**. v.96, p.295-303, 2010

DORS, G. C.; CASTIGLIONI, G. L.; RUIZ, W. A.. Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa. **Vetor**. Rio Grande do Sul, v.16, n.1, p. 63-67, 2006

FASANO, A.. Clinical Presentation of Celiac Disease in the Pediatric Population. **Gastroenterology**. v.128, p.S68-S63, 2005

FENNEMA, O. R.; DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

FERREIRA, S.M.R.; LUPARELLI, P.C.; SCHIEFERDECKER, M.E.M.; VILELA, R.M.; Cookies sem glúten a partir de farinha de sorgo. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**. v.59, n.4, p.433-440, 2009

FRUTUOSO, S. Todos contra o glúten. **Revista época**, Rio de Janeiro, n.470, p.68-69, mai. 2007. Disponível em: < <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI56978-15223,00-TODOS+CONTRA+O+GLUTEN.html>>. Acesso em 04 set. 2001.

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

GALVÃO, L. C.; BRANDÃO, J. M.M.; FERNANDES, M. I. M.; CAMPOS, A. D. Apresentação clínica de doença celíaca em crianças durante dois períodos, em serviço universitário especializado. **Arquivos de gastroenterologia**. São Paulo, v.41, n.4, p.234-238, out./dez. 2004

GREEN, P. H. R.; JABRI, B.. Celiac disease and other precursors to small-bowel malignancy. **Gastroenterology Clinics of North America** v.31, p.625-639, 2002

GUARDA, A.; ROSELL, C.M.; BENEDITO, C.; GALOTTO, M.J.. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. **Food Hydrocolloids**. v.18, p.241-247, 2004

HATHORN, C.S.; BISWAS, M.A.; GICHUHI, P.N.; BOVELL-BENJAMIN, A.C.. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. **LWT Food Science and Technology**. v.41, p.803-815, 2008

HÜTTNER, E. K.; ARENDT, E. K.; Recent advances in gluten-free baking and the current status of oat. **Trends in Food Science & Technology**. Cork, Ireland, 21, p.303-312, 2010

IBGE. Censo 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rs>>. Acesso em 24 out. 2011

KISKINI, A., ARGIRI, C.; KALOGEROPOULOS, M.; KOMAITIS, M.; KOSTAROPOULOS, A.; MANDALA, I.; KAPSOKEFALOU, M.. Sensory characteristics and iron dialyzability of gluten-free bread fortified with iron. **Food Chemistry**. v.102, p.309-316, 2007

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L.. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. **Food Hydrocolloids**. v.23, p.988-995, 2009

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

LÓPEZ, A.C.B.; PEREIRA, A.J.G.; JUNQUEIRA, R.G.; 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

MARCÍLIO, R.; AMAYA-FARFAN, J.; SILVA, M.A.A.P.. Avaliação da farinha de amaranto na elaboração de biscoito sem glúten do tipo cookie. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.8, n.2, p.175-181, abr/jun. 2005

ONYANGO, C.; UNBENHEND, G.; LINDHAUER, M. G.. Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from

sorghum and gelatinised cassava starch. **Food Research International**. v.42, p.949-955, 2009.

ONYANGO, C.; MUTUNGI, C.; UNBEHEND, G.; LINDHAUER, M.G.. Modification of gluten-free sorghum batter and bread using maize, potato, cassava or rice starch. **LWT – Food Science and Technology**. v.44, n.3, p.681-686, 2011

PAIM, V.; SCHUCK, C.. O custo da alimentação sem glúten no Brasil. **Revista sem glúten sem alergias**. 2010 Disponível em:<<http://www.vidasemglutenealergias.com/o-custo-da-alimentacao-sem-gluten-no-brasil/609/#printpreview>>. Acesso em 30 de agosto de 2011.

PREICHARDT, L. D.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M. A.; MOREIRA, A. S.. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.3, n.1, p.73-76, 2009.

REWERS, M. Epidemiology of celiac disease: what are the prevalence, incidence, and progression of celiac disease? **Gastroenterology**, v.128, n.4, p.S47-S51, 2005

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

ROLIM, P.M.; SALGADO, S.M., PADILHA, V.M.; GUERRA, N.B.; ANDRADE, S.A.C.; Análises 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, jan/fev 2010

ROSELL; C. M., & Marco, C. (20 08). Rice. In E. A . Arendt, & F. Dal Bello (Eds.), *Gluten-free cereal products and beverages* (pp. 81 e10 0). Oxford, UK: Elsevier.



van Riemsdijk, L.E., et al., Preparation of gluten-free bread using a meso-structured whey protein particle system, *Journal of Cereal Science* (2011), doi:10.1016/j.jcs.2011.02.006

SABANIS, D.; LEBESI, D.; TZIA, C.. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. **LWT – Food Science and Technology**. v.42, p.1380-1389, 2009

SABANIS, D.; TZIA, C.; PAPADAKIS, S.. Effect of Different Raisin Juice Preparations on Selected Properties of Gluten-Free Bread. **Food Bioprocess Technol.** p.374-383, 2008

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. DOENÇA CELÍACA: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arquivos de Gastroenterologia**. São Paulo, v.36, n.4, p.244-257, out./dez. 1999.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. DOENÇA CELÍACA: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). **Arquivos de Gastroenterologia**. São Paulo, v.38, n.4, p.232-239, out./dez. 2001

SHITTU, T. A.; AMINU, R. A.; ABULUDE, E. O.. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. **Food Hydrocolloids**. v.23, p.2254-2260, 2009.

TORBICA, A.; HADNADEV, M.; DAPCEVIC, T.. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulation based on rice and buckwheat flour. **Food Hydrocolloids**. v.24, p.626-632, 2010

TURABI, E.; SUMNU, G.; SAHIN, S.. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different oven. **Food Hydrocolloids**. v.24, p.755-762, 2010.

WITCZAK, M.; KORUS, J.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L.. The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread. **Journal of Food Engineering**. v.96, p. 258-265, 2010

ANEXO 1: Equipamentos utilizados na elaboração dos pães.



Equipamento utilizado para a formulação da massa



Equipamento utilizado para a fermentação e assamento dos pães

## ANEXO 2: Ficha de avaliação sensorial

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Você está recebendo três amostras de “cachorrinho quente” sem glúten. Avalie cada atributo segundo a escala abaixo. Prove as amostras da esquerda para a direita, tomando água entre as amostras.

|                              |
|------------------------------|
| 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 | Cor da casca | Aparência do miolo | Aroma | Sabor | Textura | Aceitação global |
|---------|--------------|--------------------|-------|-------|---------|------------------|
| 358     |              |                    |       |       |         |                  |
| 596     |              |                    |       |       |         |                  |
| 743     |              |                    |       |       |         |                  |

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### ANEXO 3: Avaliação qualitativa

Você já tinha experimentado outro tipo de pão sem glúten? Se sim, quais as diferenças sensoriais em relação às amostras apresentadas?

Quais as diferenças entre produtos com e sem glúten?

Você acha que somente celíacos consomem produtos sem glúten? Se não, quais os outros motivos para o consumo deste tipo de produto?