

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos

Amanda Bagolin do Nascimento

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ALIMENTÍCIO SEM
GLÚTEN ELABORADO A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE
CONSUMIDORES CELÍACOS**

Florianópolis, SC
2014

Amanda Bagolin do Nascimento

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ALIMENTÍCIO SEM
GLÚTEN ELABORADO A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE
CONSUMIDORES CELÍACOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como requisito para obtenção do título de doutor.

Orientadora: Dra. Evanilda Teixeira
Coorientadora: Dra. Giovanna M. R. Fiates

Florianópolis, SC
2014

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

Nascimento, Amanda Bagolin do
Desenvolvimento de produto alimentício sem glúten
elaborado a partir da percepção de consumidores celiacos /
Amanda Bagolin do Nascimento ; orientadora, Evanilda
Teixeira ; coorientadora, Giovanna M. R. Fiates. -
Florianópolis, SC, 2014.
207 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Ciência dos Alimentos.

Inclui referências

1. Ciência dos Alimentos. 2. Desenvolvimento de
produto. 3. Glúten. 4. Doença celíaca. 5. Consumidor. I.
Teixeira, Evanilda. II. Fiates, Giovanna M. R.. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Ciência dos Alimentos. IV. Título.

Amanda Bagolin do Nascimento

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ALIMENTÍCIO SEM
GLÚTEN ELABORADO A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE
CONSUMIDORES CELÍACOS**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 17 de fevereiro de 2014.

Roseane Fett, Dr.

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos

Banca examinadora:

Evanilda Teixeira, Dr.

PGCAL/CCA/UFSC – Presidente

Alicia de Francisco, Dr.

PGCAL/CCA/UFSC

Márcia Arocha Gularte, Dr.

PPGNA/DCA/UFPel

Raquel Küerten de Salles, Dr.

NTR/UFSC

Renata Dias de Mello Castanho Amboni, Dr.

PGCAL/CCA/UFSC

Silvia Deboni Dutcosky, Dr.

About Solution

Àqueles que convivem com as restrições:
Os celíacos, do alimento;
Os meus amores, Gelsa e Rafael, da convivência.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela oportunidade concedida, pelos desafios postos que hoje tornam este momento ainda mais especial, pela força para seguir em frente.

À minha mãe, **Gelsa**, minha fiel incentivadora e mais entusiasmada torcedora, por me ensinar desde muito cedo o valor do comprometimento. Por compreender e amparar as minhas angústias, pelo exemplo e pelo amor incondicional.

Ao meu amor, **Rafael**, por compartilhar comigo as dores e as delícias da vida e da tese. Pelo apoio técnico, por me fazer acreditar que eu seria capaz, por ser sempre tão presente, por aceitar a minha ausência, pela amizade e por me proporcionar tantos momentos felizes.

À minha orientadora, Professora **Evanilda Teixeira**, por me aceitar como orientanda e me receber no Laboratório de Análise Sensorial, por oportunizar o meu crescimento profissional e pessoal, pelo carinho, pela convivência, pelos cafés e por dividir comigo sua cultura e experiências.

À minha co-orientadora, Professora **Giovanna Medeiros Rataichesk Fiates**, pelo incentivo, por acreditar no meu trabalho, pela generosidade demonstrada nas inúmeras vezes que pacientemente me mostrou o caminho, pelo abraço carinhoso e pela amizade.

À Professora **Renata D. M. C. Amboni**, pelo apoio, por ser sempre tão disponível e atenciosa às minhas necessidades e por compartilhar comigo da empolgação das pequenas vitórias do dia-a-dia.

Às Professoras **Alicia de Francisco, Carmen Müller, Márcia Arocha Gularte, Raquel Küerten de Salles, Renata Dias de Mello Castanho Amboni, Silvia Deboni Dutcosky** por aceitarem o convite para participar da banca examinadora e pelas importantes contribuições a este trabalho.

À Professora **Carmen Müller** pela dedicação exemplar, entusiasmo e importante colaboração na realização de análises da tese.

Ao Professor **Pedro Manique Barreto** por disponibilizar o espaço do Laboratório de Panificação e por suas contribuições.

Ao Professor **Ernani Sebastião Sant'Anna** por disponibilizar a estrutura do Laboratório de Biotecnologia Alimentar para a realização de etapa da pesquisa e à Professora **Elane Schwinden Prudêncio** por gentilmente realizar as análises. Agradeço à Profa. Elane também pelo incentivo e pelas inúmeras vezes que realizou “análise sensorial” extraoficial.

Aos **Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos (PGCAL)** da UFSC por me aceitarem como aluna e

especialmente àqueles que foram meus Professores: Profa. **Alicia de Francisco**, Profa. **Cleide Werneck Vieira**, Profa. **Edna Regina Amante**, Profa. **Elane Schwinden Prudêncio**, Prof. **Paulo José Ogliari**, Prof. **Pedro Manique Barreto**, Profa. **Renata Dias de Mello Castanho Amboni** e Profa. **Roseane Fett** por contribuírem de forma tão intensa para a minha formação, na construção do conhecimento e na descoberta de um novo olhar. Ao **Sr. Sérgio de Souza**, secretário do PGCAL, pela presteza na resolução das questões burocráticas.

À **Dona Sônia**, pelo carinho, bom humor e pelo inesquecível “bom dia!” que tornaram as manhãs no Laboratório de Análise Sensorial melhores. Ao amigo e Professor **Adilson dos Anjos**, pelo importante papel que desempenhou na realização das análises estatísticas deste trabalho e por contribuir com o meu conhecimento na área.

Às minhas queridas amigas do “mini-grupo”, **Ana Claudia Mazzonetto**, **Camila Dallazen**, **Caroline Camila Moreira**, **Martha Luisa Machado**, **Natália Durigon Zucchi** e **Vanessa Mello Rodrigues**, minhas competentes *referee's*, pelos momentos de seriedade que contribuíram para o amadurecimento e aperfeiçoamento desta tese; e pelos momentos de diversão, descontração e confraternização que tornaram essa jornada mais leve e inesquecível. Agradeço especialmente a **Ana Claudia Mazzonetto** e a **Martha Luisa Machado** pela preciosa colaboração na produção dos pães, por literalmente terem colocado a mão na massa.

À colega **Marilyn Gonçalves Ferreira Kuntz** pela importante colaboração durante o doutoramento, por contribuir para o meu crescimento e amadurecimento.

À aluna de Iniciação Científica **Bruna Leonel Gonçalves**, por dividir comigo as incertezas e a apreensão nos testes preliminares com os pães sem glúten e pelo aprendizado que me oportunizou com o auxílio na sua orientação.

Às alunas do PET Nutrição: **Alyne Michelle Botelho**, **Jéssica Müller**, **Natália Durigon Zucchi**, **Martha Luisa Machado** e **Tailane Scapin** pela valiosa ajuda na coleta dos produtos sem glúten nos estabelecimentos comerciais de Florianópolis.

Aos estabelecimentos comerciais que gentilmente permitiram a realização de etapa da pesquisa em suas dependências.

À **Associação dos Celíacos do Brasil**, do Estado de Santa Catarina (ACELBRA-SC), representada pela Sra. **Odette Maluf**, por consentir a realização do estudo, pelo acolhimento carinhoso e pela prontidão em auxiliar na pesquisa.

A todos os **participantes da pesquisa** que me receberam de braços abertos, permitindo que eu fizesse parte do seu grupo e de certa forma de suas vidas. Pelo carinho e atenção que dedicaram a mim e ao meu trabalho.

À Sra. **Miriam Nunes Vieira Pereira** pelas preciosas dicas para a elaboração dos pães, pelo incentivo e auxílio no recrutamento de pessoas para a realização do estudo.

À Sra. **Cíntia Becker**, ao Sr. **Fabiano Rateke** e a toda a equipe da Equilibrium – Forneria do Pão – Ricardo, Larissa, Gerusa, Bruno, Rafael, Mônica, por disponibilizar tão generosa e prontamente o seu espaço físico.

Ao **Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (LCEM)** pelo apoio na realização da pesquisa.

Aos colegas de doutorado com quem compartilhei disciplinas, estudos, alegrias e apreensões. Especialmente às colegas **Carol Aquino, Stephanie Pinto e Vanessa Hermes**, que estiveram comigo desde o início; à colega **Vanessa Martins Hissanaga** pelos momentos de descontração e saudosos almoços nos RU; à colega **Bruna Mattioni** pela importante colaboração na pesquisa.

Aos colegas e membros do **Núcleo de Pesquisa de Nutrição em Produção de Refeições (NUPPRE)** pelo apoio e oportunidades de crescimento.

À amiga **Diane de Lima Oliveira** com quem compartilho as felicidades e adversidades da vida acadêmica e não acadêmica, pela atenção, amizade e é claro, por ela me permitir o privilégio de convívio com a **Alice**, que sempre enche meu coração de alegria.

Às minhas amigas queridas, que me incentivam e vibram por mim, especialmente à **Débora Mattos, Fernanda Felix e Rafaela Mozzaquatro** que sempre me fazem lembrar que existe vida além da pós-graduação e, apesar da minha ausência, não desistiram de mim. Pelo tempo que dedicaram às redes sociais para que pudéssemos ficar mais próximas, pela torcida sincera, pela compreensão e por ficarem felizes e tristes junto comigo. À minha nova e querida amiga **Juliane Barros** que passou a fazer parte dos melhores momentos dos meus dias, por ser tão compreensível e preocupada com o meu bem estar.

À **Dona Beatriz**, pelo carinho e por nunca ter julgado a minha escolha.

À minha **família** pela preocupação e por se orgulharem de mim.

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, pela oportunidade de estudar em uma Universidade pública e gratuita de qualidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), pela bolsa de estudos concedida durante todo o período do doutorado.

A todos aqueles que de algum modo contribuíram para que esse sonho se tornasse real; à todos os que pensam em mim com carinho e emanam boas vibrações, meu sincero agradecimento.

MUITO OBRIGADA!

“Põe tudo o que és nas pequenas coisas que fazas”

Fernando Pessoa

RESUMO

O único tratamento para a doença celíaca (DC), uma desordem imunomediada sistêmica desencadeada pela ingestão de glúten e prolaminas relacionadas, é a eliminação, em caráter permanente, destas proteínas da dieta. Por apresentar propriedades viscoelásticas ímpares, a remoção do glúten prejudica as características físicas e sensoriais dos produtos de panificação. Desta forma o objetivo do presente estudo foi desenvolver um produto alimentício sem glúten (SG) a partir da percepção dos indivíduos com DC, de modo a atender as expectativas destes consumidores. Para tanto, realizou-se levantamento de todos os produtos SG disponíveis para comercialização em Florianópolis e avaliou-se a lista de ingredientes, a composição nutricional e o preço dos mesmos. Aplicou-se questionário e realizou-se entrevistas com indivíduos com DC a fim de avaliar sua satisfação com os produtos SG, identificar qual o item considerado mais necessário e quais características este produto deveria apresentar. Por fim, o produto mais desejado foi desenvolvido e análises químicas, físicas, de microestrutura e sensorial foram realizadas. Constatou-se que a disponibilidade e variedade dos produtos SG nos estabelecimentos comerciais era limitada e que os preços eram significativamente superiores aos dos produtos similares tradicionais (com glúten) ($p < 0,05$). Com relação à composição nutricional, verificou-se semelhanças com os produtos tradicionais, entretanto, quantidades significativamente inferiores de fibras e proteínas ($p < 0,05$) foram identificadas nos SG. A diversidade de matérias-primas nos produtos SG esteve limitada a cinco variedades. O questionário foi respondido por 91 indivíduos com DC. A pouca variedade e disponibilidade, e o elevado preço dos produtos, assim como as restrições sociais impostas pela dieta, foram os fatores que geravam maior insatisfação e dificuldade de seguir a dieta. As características sensoriais foram destacadas como a variável mais importante na hora da realização das compras e produto mais desejado foi o pão. As características deste pão foram descritas em entrevistas realizadas com 21 indivíduos. De acordo com os participantes o pão ideal deveria ter características semelhantes às de um pão francês tradicional: textura de crosta crocante e miolo macio, além de ser disponível em porções individuais. Respeitando estas características foram desenvolvidas duas formulações de pães SG: uma utilizando farinha de amaranto (F1) e outra farinha de quinoa (F2), ambas com adição de goma xantana. Outras três formulações foram elaboradas para servirem de controle. A adição dos pseudocereais aumentou

significativamente ($p < 0,05$) o teor de fibras e de proteína para F1. A goma xantana reduziu significativamente ($p < 0,05$) os parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade dos pães, além de melhorar a microestrutura, proporcionando alvéolos mais uniformes e em maior número. A análise sensorial foi conduzida com 41 indivíduos com DC e revelou boa aceitação. O pão produzido com farinha de amaranto e goma xantana (F1) foi o que apresentou melhor desempenho. Constatou-se que os produtos SG disponíveis no mercado não atendem às expectativas dos indivíduos com DC. A escassez destes produtos, aliada aos elevados preços tem potencial para comprometer a adesão ao tratamento. Verificou-se que o desejo por um pão sem glúten com características físicas e sensoriais adequadas e semelhantes às de um pão tradicional (com glúten) esteve relacionado com os aspectos socializadores proporcionados pelos alimentos. A utilização do amaranto e da quinoa, assim como a adição de goma xantana, possibilitou a produção de pão tipo francês sem glúten com padrões de qualidade adequados, maior valor nutricional e boa aceitação sensorial.

Palavras-chave: Consumidor; Desenvolvimento de produto; Doença celíaca; Glúten; Hidrocolóides; Pseudocereais; Sensorial.

ABSTRACT

The only treatment for celiac disease (CD), an immune-mediated systemic disorder elicited gluten and related prolamins, is to permanently eliminate these proteins from the diet. Because of gluten's unique viscoelastic properties, removing it from bread and bakery products harms the physical characteristics and sensorial experience of such products. Therefore, the objective of this study was to develop a gluten free (GF) product based on people's perception with CD, so that the expectations of these consumers could be met. In order to do so, we made a survey of all GF products available for sale in Florianópolis and made an evaluation of the ingredients, the nutritional values and prices of these products. Subsequently, a questionnaire was written and interviews were conducted with CD sufferers for the purpose of assessing their level of satisfaction with the GF products and to identify which items were considered more appropriate and which features should be present in these products. Once the desired product was developed an analysis was carried out of chemical and physical properties (specific volume, weight loss, colour, texture) plus an investigation of the microstructure and the sensory experience. It was found that the availability and variety of GF products sold in shops was limited and prices were significantly higher than those of traditional counterparts (with gluten) ($p < 0.05$). With regard to nutritional value it was equivalent to the traditional products, however, significantly lower amounts of fibre and protein ($p < 0.05$) were identified in the GF products. The diversity of raw materials in GF products was limited to five varieties. Regarding the stages of the research with the celiac consumer, 91 individuals completed the questionnaire. The lack of variety, low availability and high prices, as well as the social restrictions imposed by the diet, were the factors that generated greater dissatisfaction and difficulties in following the diet. According to the interviewees the sensory characteristics are the most important variable in a product, and the product they wanted to see developed was bread. The characteristics of this bread were described in interviews with 21 individuals. According to the participants the ideal bread should have similar characteristics to traditional French bread, such as: being textured with crunchy crust and soft crumb, as well as availability in individual portions. Regarding these two characteristics two formulations of GF bread were developed: one using amaranth (F1) flour and the other quinoa flour (F2), both with additional xanthan gum.

Another three formulations were prepared to serve as control. The addition of pseudocereals significantly ($p < 0.05$) increased the fibre and protein content of bread F1. Xanthan gum significantly reduced ($p < 0.05$) the bread's levels of hardness, gumminess and chewiness as well as improving the microstructure, providing more uniformity and a bigger quantity of alveoli. The sensory analysis was conducted with 41 individuals with CD and received a high acceptance of the product. The GF products available on the market do not meet the expectations of individuals with CD. The scarcity of goods, coupled with high prices can compromise treatment adherence. The use of amaranth and quinoa, as well as the addition of xanthan gum, enabled the production of GF bread with a standard quality, higher nutritional value and good consumer acceptability.

Keywords: Consumer; Product Development; Celiac Disease; Gluten; Hydrocolloids; Pseudocereals; Sensorial.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Interação do glúten com fatores ambientais, imunes genéticos na doença celíaca 34

CAPÍTULO 3

Figure 1 - Association among the 10 most frequent terms with correlations higher than 0.2 in gluten-containing products..... 107

Figure 2 - Association among the 10 most frequent terms with correlations higher than 0.2 in gluten-free products..... 107

CAPÍTULO 4

Figura 1 - Representação gráfica da análise de componentes principais dos 321 produtos sem glúten avaliados 126

CAPÍTULO 5

Figura 1 – Representação da satisfação com a textura *vs* dificuldade de encontrar alimentos sem glúten..... 144

Figura 2 – Representação da satisfação com a variedade *vs* dificuldade de encontrar alimentos sem glúten..... 145

CAPÍTULO 6

Figura 1 – Roteiro semiestruturado utilizado nas entrevistas com os indivíduos com doença celíaca..... 158

CAPÍTULO 7

Figura 1 – Imagens de vistas superiores (a) e horizontais (b) das formulações dos pães sem glúten..... 180

Figura 2 – Micrografia de pães sem glúten em magnificação de $\times 30$ e $\times 2.000$ 185

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Table 1 - Twenty most frequently occurring terms in gluten-free and gluten-containing food products	106
Table 2 - Identified associations among terms, for gluten-containing and gluten-free food products	109

CAPÍTULO 4

Tabela 1 - Produtos alimentícios sem glúten identificados nos pontos de venda em Florianópolis – SC, de acordo com suas categorias.....	124
Tabela 2 - Análise de covariância para comparação dos preços médios (R\$) dos produtos convencionais com glúten (CG) e sem glúten (SG), por categoria.....	124
Tabela 3 - Comparação de médias dos valores calóricos e nutrientes em 100 g de produtos convencionais com glúten (CG) e sem glúten (SG), de acordo com sua categoria.....	127

CAPÍTULO 5

Tabela 1 - Características socioeconômicas da amostra, Florianópolis, SC, (n = 91), 2012.....	141
Tabela 2 - Satisfação com os atributos dos produtos alimentícios sem glúten.....	143
Tabela 3 – Frequência de consumo de produtos alimentícios sem glúten, de acordo com os grupos de alimentos	146
Tabela 4 – Satisfação com os produtos alimentícios sem glúten, de acordo com a categoria	147

CAPÍTULO 7

Tabela 1 – Formulações padrões e controle dos pães sem glúten	175
Tabela 2 – Composição química das formulações dos pães sem glúten	179
Tabela 3 – Efeito da adição dos pseudocereais e do hidrocolóide goma xantana nos padrões de qualidade dos pães	180
Tabela 4 – Propriedades de textura dos pães sem glúten, expressos em média.....	183

Tabela 5 – Médias obtidas no teste de aceitação das amostras de pão sem glúten (n = 41).....	186
--	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	26
2 OBJETIVOS.....	30
2.1 GERAL.....	30
2.2 ESPECÍFICOS	30
3. CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO	32
3.1 DOENÇA CELÍACA	32
3.1.1 Definição.....	32
3.1.2 Etiologia.....	32
3.1.2.1 Função do Glúten na Doença Celíaca	32
3.1.2.2 Resposta Imune	33
3.1.2.3 Fatores Genéticos	34
3.1.2.4 Fatores Ambientais	35
3.1.3 Epidemiologia.....	37
3.1.4 Manifestações e Formas Clínicas.....	39
3.1.5 Tratamento.....	40
3.2 PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEM GLÚTEN	41
3.2.1 Produtos alimentícios sem glúten elaborados a partir de matérias-primas com elevado valor nutricional e utilização de aditivos.....	43
3.2.2 O consumidor celíaco e os produtos alimentícios sem glúten.....	53
3.2.3 Estudos com consumidores	56
REFERÊNCIAS.....	62
4. CAPÍTULO 2 - NEW PERSPECTIVES ON GLUTEN-FREE FOOD PRODUCTS	82
1. INTRODUCTION.....	84
2. ALTERNATIVE RAW MATERIALS WITH HIGH NUTRITIONAL VALUE FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE PRODUCTS.....	85
3. ADDITIVES UTILIZED IN GLUTEN-FREE PRODUCTS.....	88
4. AVAILABILITY OF GLUTEN-FREE PRODUCTS THAT USE ALTERNATIVE RAW MATERIALS AND NEW TECHNOLOGIES.....	91
5. CONCLUSION.....	92
REFERENCES.....	92

5. CAPÍTULO 3 - ANALYSIS OF INGREDIENT LISTS OF COMMERCIALLY AVAILABLE GLUTEN-FREE AND GLUTEN-CONTAINING FOOD PRODUCTS USING THE TEXT MINING TECHNIQUE.....	100
1. INTRODUCTION.....	102
2. METHOD.....	103
2.1 SELECTION AND CONTENT ANALYSIS OF LISTED INGREDIENTS ON GLUTEN-FREE AND GLUTEN-CONTAINING FOOD PRODUCTS' LABELS.	103
2.2 STATISTICAL ANALYSIS	104
3. RESULTS.....	104
4. DISCUSSION	110
5. CONCLUSIONS.....	111
REFERENCES	112
6. CAPÍTULO 4 - DISPONIBILIDADE, CUSTO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE PRODUTOS SEM GLÚTEN NO BRASIL	118
1. INTRODUÇÃO	120
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	121
2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEM GLÚTEN DISPONÍVEIS EM ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS	121
2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	122
3. RESULTADOS.....	123
4. DISCUSSÃO	128
5. CONCLUSÃO	130
REFERÊNCIAS	131
7. CAPÍTULO 5 - “NÃO CONTÉM GLÚTEN” NÃO É O SUFICIENTE – PERCEPÇÕES E SUGESTÕES DE INDIVÍDUOS COM DOENÇA CELÍACA	136
1. INTRODUÇÃO	138
2.MÉTODOS	139
2.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA	139
2.2 INSTRUMENTO.....	139
2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	140
3. RESULTADOS.....	140
4. DISCUSSÃO.....	147
5. CONCLUSÃO	149
REFERÊNCIAS	150

8. CAPÍTULO 6 - EXPECTATIVAS DE INDIVÍDUOS COM DOENÇA CELÍACA EM RELAÇÃO A PÃES SEM GLÚTEN .	154
1. INTRODUÇÃO.....	156
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	157
2.1 SELEÇÃO DE PARTICIPANTES	157
2.2 ENTREVISTAS	157
2.3 ANÁLISE DOS DADOS	158
3. RESULTADOS.....	159
3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	159
3.2 ASPECTOS SOCIAIS	161
3.3 VALOR NUTRICIONAL.....	161
3.4 CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS	162
4. DISCUSSÃO.....	163
5. CONCLUSÃO	166
REFERÊNCIAS.....	166
9. CAPÍTULO 7 - DESENVOLVIMENTO DE PÃO SEM GLÚTEN TIPO FRANCÊS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE HIDROCOLÓIDE GOMA XANTANA E PSEUDOCEREAIS ...	170
1. INTRODUÇÃO.....	172
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	174
2.1 MATERIAIS	174
2.2 FORMULAÇÃO DAS MASSAS	174
2.3 PROCEDIMENTOS DE PANIFICAÇÃO	175
2.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA	176
2.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PÃO	176
2.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	177
2.7 ANÁLISE SENSORIAL.....	177
2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	178
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	178
3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS PÃES SEM GLÚTEN DESENVOLVIDOS.....	178
3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PÃO SEM GLÚTEN	180
3.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	184
3.4 AVALIAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL DOS PÃES .	186
4. CONCLUSÃO	187
REFERÊNCIAS.....	188
10. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	194

**APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO..... 196**

**ANEXO A - PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
COM SERES HUMANOS DA UFSC..... 200**

**ANEXO B- QUESTIONÁRIO - QUESTÕES DE SAÚDE E
PRÁTICAS ALIMENTARES DE CELÍACOS..... 202**

1 INTRODUÇÃO

A Doença Celíaca é uma doença imunomediada sistêmica, que afeta indivíduos geneticamente predispostos e é desencadeada pela ingestão de glúten, proteína de armazenamento presente no trigo, e por prolaminas relacionadas: a hordeína encontrada na cevada e a secalina no centeio (FASANO et al., 2008; HUSBY et al., 2012).

Esta patologia afeta a humanidade há milhares de anos, provavelmente desde que o homem passou a ingerir glúten. Foi descrita primeiramente pelo médico grego *Aretaeus* da Capadócia, no século 1 d.C. *Aretaeus* escreveu sobre uma “afecção celíaca”, em grego “*koiliakos*”, que significa abdômen. Séculos mais tarde, no ano de 1888, Samuel Gee foi o responsável pela descrição clássica da doença celíaca na literatura médica, bem como por relacioná-la com a dieta. Anos depois, durante o período da Segunda Guerra Mundial, o médico alemão Willem-Karel Dicke concluiu, após observar a remissão nas manifestações clínicas da doença em períodos de escassez de trigo, que o agente desencadeador era o glúten (MARSH, 1992; BERGHEGOUWEN; MULDER, 1993; DICKSON; STREUTKER; CHETTY, 2006; GUANDALINI, 2007).

Como resultado da globalização, o consumo de trigo na dieta tornou-se regular, substituindo a ingestão de alimentos produzidos com culturas tradicionais como a mandioca, o milho e o arroz. Este fato, possivelmente, colaborou para o aumento da incidência da doença celíaca, uma vez que estudos epidemiológicos relatam um crescimento real nas taxas da doença (FASANO et al., 2008; GREEN, 2009; BYASS; KAHN; IVARSSON, 2011; MONTEIRO, 2011). Atualmente, estima-se que a doença celíaca atinja cerca de 1 % da população mundial e o único tratamento possível é a eliminação do glúten da dieta em caráter permanente. Embora o tratamento seja eficaz, a dieta isenta de glúten é complexa e a remoção destes alimentos pode ser bastante desafiadora (FASANO et al., 2008; TACK et al., 2010).

O glúten é uma das mais complexas proteínas encontradas na natureza. As funções desempenhadas por ele não podem ser executadas por nenhum outro ingrediente individualmente. É considerado um componente essencial para a estrutura e textura dos produtos de panificação, pois ao glúten são atribuídas as características de elevada higroscopicidade, a coesividade, viscosidade e elasticidade da massa. Por essas razões, sua remoção prejudica a capacidade da massa se desenvolver adequadamente durante processo de amassamento, fermentação e panificação, resultando em produtos com problemas de

qualidade física e baixa aceitação sensorial (WIESER, 2007; ARENDT et al., 2008; MARIOTTI et al., 2009; LERNER, 2010).

O valor nutricional dos produtos alimentícios sem glúten costuma ser também uma limitação enfrentada por indivíduos com doença celíaca. Comumente, os alimentos sem glúten são desenvolvidos a partir de farinhas refinadas e amidos, que não são enriquecidos ou fortificados e, portanto, não possuem a mesma quantidade de nutrientes disponíveis em alimentos correspondentes que contêm glúten (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). Além disso, apesar da crescente incidência na taxa da doença celíaca, com conseqüente aumento na demanda por produtos alimentícios sem glúten, estudos demonstram que a disponibilidade destes alimentos no mercado é limitada, o que pode prejudicar na adesão à dieta (ARAÚJO; ARAÚJO, 2011; SINGH; WHELAN, 2011).

Por essas razões, desenvolver produtos alimentícios sem glúten com adequada qualidade sensorial, com potencial para promover melhoras nos cuidados de saúde e na qualidade de vida de pessoas com doença celíaca, além de representar um importante desafio tecnológico, é importante questão de pesquisa (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; FASANO et al., 2008). Neste contexto, nos últimos anos, percebe-se um crescente interesse acadêmico no desenvolvimento de produtos alimentícios sem glúten com melhores padrões de qualidade, que para isso buscam alternativas com potencial para desempenhar, mesmo que parcialmente, as propriedades viscoelásticas do glúten (YALCIN; BASMAN, 2008a; KOHAJDOVÁ; KAROVIČOVÁ, 2009; SCIARINI et al., 2010a). Apesar disso, ainda existem muitas questões não exploradas, entre elas, a primordial: o que pensam os consumidores celíacos a respeito dos produtos desenvolvidos e destinados para o seu consumo?

Conhecer as percepções dos consumidores celíacos sobre os produtos disponíveis no mercado, identificar o produto considerado mais necessário e desejado, bem como considerar a opinião destes indivíduos a respeito dos atributos sensoriais dos itens destinados ao seu consumo são premissas básicas para o desenvolvimento de um novo produto que atenda com sucesso as expectativas de mercado.

Desta forma, os objetivos norteadores desta pesquisa são questões pertinentes para serem discutidas pela Ciência dos Alimentos, uma área do conhecimento que possui os subsídios necessários para sustentar a sua realização. A presente tese está inserida na linha de pesquisa “Avaliação da qualidade de alimentos”, na subárea “Estudos com consumidores de alimentos”.

De modo a satisfazer os requisitos exigidos pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina a tese está estruturada em sete capítulos. O primeiro refere-se ao referencial teórico. Os capítulos posteriores correspondem aos artigos provenientes dos resultados.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Desenvolver um produto alimentício sem glúten elaborado a partir da percepção de celíacos sobre os produtos já disponíveis no mercado.

2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar levantamento em pontos de venda de Florianópolis, indicados pela Associação dos Celíacos do Brasil de Santa Catarina (ACELBRA-SC), identificando a disponibilidade de produtos alimentícios sem glúten;
- ✓ Analisar a composição nutricional dos produtos alimentícios sem glúten disponíveis no mercado e compará-la com a de produtos similares convencionais (aqueles que contêm glúten);
- ✓ Conhecer a opinião de consumidores celíacos sobre a disponibilidade de produtos alimentícios sem glúten e investigar sua satisfação com estes produtos;
- ✓ Identificar os produtos alimentícios sem glúten consumidos e as variáveis que mais influenciam na sua compra;
- ✓ Desenvolver um produto alimentício sem glúten considerando as necessidades dos consumidores celíacos e avaliar suas características físicas, químicas e sensoriais.

3. CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DOENÇA CELÍACA

3.1.1 Definição

A Doença Celíaca (DC) é uma desordem imunomediada sistêmica desencadeada pela ingestão de glúten (proteína de reserva do trigo) e prolaminas relacionadas – hordeína da cevada e secalina do centeio - em indivíduos geneticamente susceptíveis. É caracterizada pela presença da combinação de manifestações clínicas glúten-dependentes, anticorpos específicos para a DC, haplótipos HLA-DQ2 e HLA-DQ8, e enteropatia (GREEN; JABRI, 2006; HUSBY et al., 2012).

3.1.2 Etiologia

A doença celíaca apresenta uma etiologia complexa, ainda não totalmente compreendida, que abrange a interação entre a ingestão de glúten, fatores imunes, genéticos e ambientais, onde cada fator atua da seguinte maneira:

3.1.2.1 Função do Glúten na Doença Celíaca

O trigo, a cevada e o centeio estão entre os cereais que, botanicamente, pertencem à tribo chamada *Triticeae*. Estes possuem peptídeos capazes desencadear a doença celíaca. Embora na cevada e no centeio estes compostos sejam a hordeína e secalina, respectivamente, convencionou-se utilizar “glúten” como o termo genérico para designar estas proteínas (KUPFER; JABRI, 2012; LUDVIGSSON et al., 2013).

O glúten é uma composição singular de aminoácidos, onde a glutenina e gliadina representam a maior parte desta proteína, que não é totalmente digerida pelo trato gastrointestinal superior humano. De acordo com a solubilidade, são classificadas em glutelinas (glutenina) - solúveis em álcool etílico 70 %, e em prolaminas (gliadina) - solúveis em ácidos e bases diluídos. As gluteninas são subdivididas em razão do seu peso molecular em baixo e alto peso molecular. Gliadinas são subdivididas em α , β , γ , e ω -gliadinas (HOSENEY, 1991; GREEN; CELLIER, 2007; NOBRE; SILVA; PINA CABRAL, 2007; DA SILVA NEVES et al., 2010; KUPFER; JABRI, 2012).

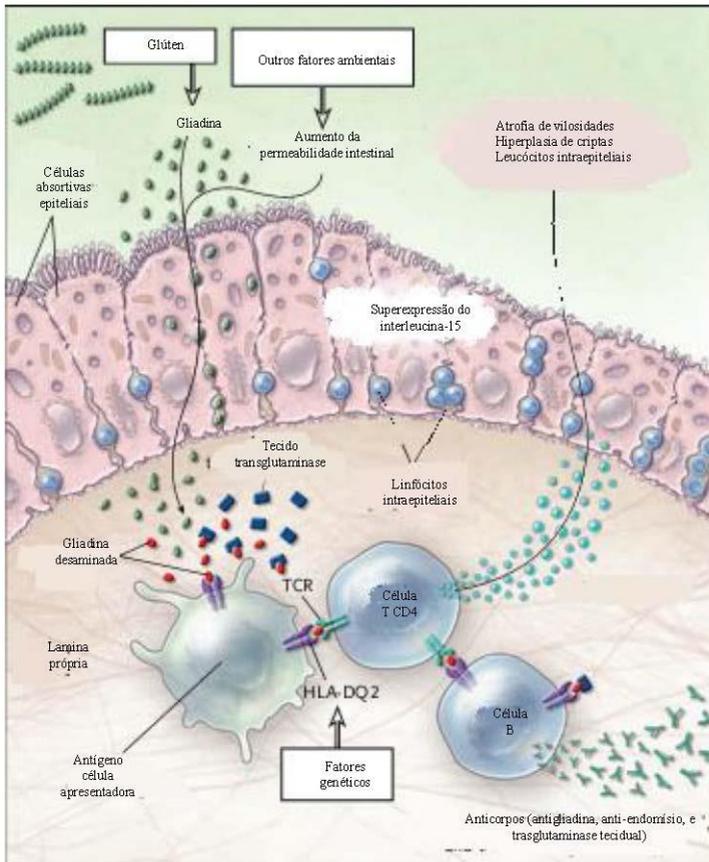
São as gliadinas as responsáveis pela toxicidade do glúten no organismo de pessoas com doença celíaca. Moléculas não digeridas de

gliadina, como peptídeos da fração α -gliadina composta por 33 aminoácidos, são resistentes à degradação gástrica, pancreática, e das proteases na borda da escova intestinal humana e assim permanecem no lúmen intestinal após a ingestão do glúten. Quando ocorrem episódios de infecção intestinal ou outros fatores que levam ao aumento da permeabilidade intestinal, estes peptídeos passam através da barreira epitelial do intestino e interagem com antígenos presentes na lâmina própria (GREEN; CELLIER, 2007; DA SILVA NEVES et al., 2010).

3.1.2.2 Resposta Imune

Os mecanismos responsáveis pela resposta imune na doença celíaca ainda não estão totalmente esclarecidos (TRONCONE; AURICCHIO, 2007; KUPFER; JABRI, 2012). Em pessoas afetadas pela doença, a resposta imune à presença da gliadina promove uma reação inflamatória, inicialmente nas porções proximais do intestino delgado, caracterizada por infiltração da lâmina própria e de epitélio, com inflamação crônica de células e atrofia de vilosidades (Figura 1). Essa resposta é mediada tanto pelo sistema imune inato, quanto adaptativo. A resposta adaptativa é mediada por células T CD4+ que reconhecem os peptídeos gliadina na lâmina própria e conseqüentemente produzem citocinas pró-inflamatórias, principalmente γ -interferon. A transglutaminase tecidual desamina o peptídeo gliadina, aumentando sua capacidade de desencadear resposta imune. A conseqüente cascata inflamatória promove danos às vilosidades e induz a hiperplasia das criptas. A gliadina também ativa a resposta imune inata no epitélio intestinal, caracterizada pelo aumento da expressão de interleucina-15 pelos enterócitos, promovendo na ativação da expressão de linfócitos intraepiteliais que ativam o receptor NK-G2D, um marcador de morte celular. Estas células ativadas se tornam citotóxicas e matam enterócitos com expressão de superfície de complexo de moléculas da classe I do antígeno de histocompatibilidade humana, relacionado ao gene A (MICA). Os mecanismos de interação entre os processos epiteliais e a lâmina própria não estão elucidados (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999; GREEN; CELLIER, 2007; NOBRE; SILVA; PINA CABRAL, 2007).

Figura 1 - Interação do glúten com fatores ambientais, imunes e genéticos na doença celíaca



FONTE: GREEN; CELLIER, 2007.

3.1.2.3 Fatores Genéticos

Os fatores genéticos estão fortemente relacionados com o desenvolvimento da doença celíaca (SOLLID, 2002; GUTIERREZ-ACHURY; COUTINHO DE ALMEIDA; WIJMENGA, 2011), sendo esta uma doença poligênica. A presença do antígeno leucocitário humano HLA-DQ2 (alelos DQA1*05/DQB1*02) (*Human Leukocyte Antigen – HLA*) é identificada em 90-95 % dos celíacos e nos demais 5-10 % dos portadores da doença é identificada a presença do gene HLA-

DQ8 (DQA1*0301/DQB1*0302). Embora a presença dos genes HLA-DQ2 e DQ8 para o desenvolvimento da doença celíaca seja fundamental, a sua existência não é sinônimo de que um indivíduo irá desenvolver a doença, obrigatoriamente. Cerca de 30-40 % da população mundial possui estes genes, mas apenas 2 a 3 % destes desenvolvem a doença, o que indica que outros fatores genéticos e ambientais são necessários para que a doença se manifeste (SOLLID, 2002; GREEN; JABRI, 2006; FASANO et al., 2008; GREEN, 2009; DA SILVA NEVES et al., 2010; GUTIERREZ-ACHURY; COUTINHO DE ALMEIDA; WIJMENGA, 2011; LUDVIGSSON et al., 2013).

O número de alelos HLA presentes em um indivíduo afeta o desenvolvimento e a severidade da doença. O maior risco de desenvolvimento de doença celíaca refratária, isto é, caso em que a doença não responde a dieta isenta em glúten, é observada em pacientes com homocigoto DQ2 (GUTIERREZ-ACHURY; COUTINHO DE ALMEIDA; WIJMENGA, 2011; WOODWARD, 2013). Vários outros genes não-HLA que podem estar relacionados com a susceptibilidade à doença celíaca têm sido identificados e estudados, mas sua influência não foi confirmada até o momento (GREEN; CELLIER, 2007; GUTIERREZ-ACHURY; COUTINHO DE ALMEIDA; WIJMENGA, 2011).

Entre gêmeos homocigotos a concordância da doença é significativamente superior (83 %) do que entre irmãos (17 %) (NISTICÒ et al., 2006). Dubé et al. (2005) realizaram uma revisão sistemática que reuniu 133 artigos sobre prevalência de DC e identificaram que entre familiares de celíacos a prevalência da doença é maior, com variações entre 2,8 % e 17,2 % entre parentes de primeiro grau (irmãos) e entre 2,6 % e 19,5 % entre familiares de segundo grau (avós, netos, tios, sobrinhos). A prevalência permanece aumentada entre primos de primeiro grau (17 %).

3.1.2.4 Fatores Ambientais

Estudos sugerem que os fatores ambientais representam um importante papel no desenvolvimento da doença celíaca. Isso inclui o efeito protetor da amamentação e a época de introdução do glúten na dieta da criança (AKOBENG et al., 2006; GREEN; CELLIER, 2007; LUDVIGSSON; FASANO, 2012).

Um caso clássico onde os fatores ambientais puderam ser observados foi na epidemia de doença celíaca que ocorreu na Suécia em

meados de 1980. Na ocasião, as taxas da doença celíaca subiram de 1 para 4 casos em 1000 nascimentos, fato que não era verificado em nenhum outro país. Este incidente coincidiu com novas recomendações nacionais para alimentação infantil, que sugeriam a introdução precoce de alimentos, em detrimento à amamentação exclusiva. Quando em 1996 houve uma reformulação das recomendações, a incidência da doença celíaca apresentou rápida regressão (IVARSSON et al., 2000; OLSSON et al., 2008).

Posteriormente a este acontecimento, várias pesquisas acerca de fatores ambientais influenciando no desenvolvimento da DC foram realizadas na Suécia. Entre estes estudos, Ivarsson et al. (2002) realizaram uma investigação utilizando uma amostra representativa da população e compararam o padrão de introdução alimentar de 627 bebês celíacos com o de 1254 não celíacos. Os autores identificaram que a introdução gradual de alimentos que contêm glúten na dieta de bebês, enquanto eles ainda estão sendo amamentados, reduz o risco do desenvolvimento de doença celíaca na primeira infância e provavelmente durante os períodos posteriores da infância.

Radlović et al. (2010) analisaram 89 registros médicos de bebês diagnosticados com doença celíaca entre 2000 e 2008 em Belgrado - Servia, e constataram que a amamentação representou um importante papel na proteção contra o desenvolvimento da doença celíaca. Da mesma forma, a amamentação no momento da introdução dos alimentos com glúten também pareceu apresentar um efeito protetor contra o desenvolvimento da DC.

A ocorrência de certas infecções gastrointestinais, como rotavírus, também tem sido apontada como um dos possíveis fatores responsáveis por aumentar o risco de desenvolvimento de doença celíaca na infância (TRONCONE; AURICCHIO, 2007; PLOT; AMITAL, 2009; GUTIERREZ-ACHURY; COUTINHO DE ALMEIDA; WIJMENGA, 2011; KUPFER; JABRI, 2012). De acordo com Zanoni et al. (2006) infecções causadas por rotavírus estariam relacionadas com o desenvolvimento de doença celíaca em pessoas com susceptibilidade genética, uma vez que os anticorpos produzidos neste processo teriam capacidade de induzir o aumento da permeabilidade das células epiteliais do intestino, bem como estimular a ativação de monócitos, afetando assim a resposta imune.

Contudo, tanto o papel da amamentação, quanto a época da introdução do glúten na dieta, assim como a ocorrência de infecções gastrointestinais ainda são contestados por pesquisas que consideram

estes achados inconsistentes (SILANO; AGOSTONI; GUANDALINI, 2010; WELANDER et al., 2010).

As modificações genéticas do trigo, os processos industriais empregados para melhorar a qualidade dos alimentos, como a utilização de enzimas transglutaminase microbiana (mTG) e os padrões dietéticos ocidentais, que promovem o consumo de elevadas quantidades de glúten, também podem estar envolvidos no desencadeamento da doença celíaca, principalmente na vida adulta (CABRERA-CHÁVEZ et al., 2008; RUBIO-TAPIA et al., 2009).

3.1.3 Epidemiologia

Até recentemente, a doença celíaca era considerada uma afecção rara, que atingia principalmente crianças, e geograficamente parecia restrita a países desenvolvidos da Europa, além dos Estados Unidos da América, Canadá e Austrália. A típica criança com doença celíaca era descrita como aquela com “cabelos louros e olhos azuis”. Entretanto, estudos recentes têm fornecido evidências de que esta patologia também é comum em países em desenvolvimento. O panorama atual indica que a DC apresenta distribuição global, afetando não apenas pessoas com ascendência europeia, mas também populações nativas da América do Sul, Sul e Leste da Ásia, Oriente Médio e África, com prevalência semelhante às encontradas em populações ocidentais, ou seja, cerca de 1 % da população (CATASSI et al., 1999; GOMEZ et al., 2001; WEST et al., 2003; GREEN; JABRI, 2006; CATASSI; COBELLIS, 2007; CATASSI; FASANO, 2008; FASANO et al., 2008; MAKHARIA et al., 2011; BARADA et al., 2012) .

Na literatura, há vasta quantidade de artigos de revisão discorrendo sobre as mudanças epidemiológicas no cenário da doença celíaca. Em uma destas publicações, Tack et al. (2010) salientam que até 1970 estimava-se que a prevalência global de doença celíaca na população geral fosse de 0,03 %. Atualmente, acredita-se que a prevalência seja de 1 %, com variações entre 0,5 – 1,26 % na população geral da Europa e Estados Unidos da América. Achados semelhantes foram identificados por Ludvigsson e Green (2011). De acordo com estes pesquisadores a DC é uma das mais comuns desordens imunológicas ocidentais, apresentando prevalência de 1 % nestas populações, com variações de acordo com o local do estudo, idade dos sujeitos, ano de mensuramento, e principalmente, em função dos critérios de diagnósticos utilizados para determinar a presença da doença.

De acordo com a literatura, mesmo levando em consideração que a taxa de ocorrência da doença tenha sido subestimada por muitas décadas; que os métodos e critérios para diagnóstico tenham sido aprimorados; e que haja maior consciência da doença (TACK et al., 2010; LUDVIGSSON; GREEN, 2011), há evidências de um crescimento real nos casos de doença celíaca, como vem sendo demonstrado em estudos de coorte e longitudinais (LOHI et al., 2007; RUBIO-TAPIA et al., 2009; WHITE et al., 2013).

Lohi et al. (2007) avaliaram a prevalência de doença celíaca em uma amostra representativa da população adulta da Finlândia, em dois coortes transversais (1979-80 e 2000-01), utilizando em ambos os momentos os mesmo critérios de diagnóstico (detecção de anticorpos antiendomíseo). Os resultados apontaram um importante aumento na prevalência da doença celíaca no período transcorrido. Enquanto dois casos (prevalência de 0,03 %) foram identificados entre 1978–80, entre 2000-01 o número de pessoas diagnosticadas subiu para 32 (0,52 %). Diante dos fatos, os autores concluíram que o aumento na prevalência da doença celíaca não pode ser atribuído às melhores técnicas de diagnóstico, mas sim, reflete um aumento real dos casos da doença.

Situação semelhante foi identificada por Rubio-Tapia et al. (2009). Considerando os mesmos critérios de diagnóstico (presença de anticorpo anti-transglutaminase tecidual e de anticorpo anti-endomíseo), os pesquisadores avaliaram a prevalência de doença celíaca entre homens que se declaravam saudáveis, em um intervalo de 50 anos nos Estados Unidos da América. O estudo compreendeu três coortes: 1948 – 1954; 1995 – 2003; e 2006 - 2008. Enquanto 13 indivíduos (0,1 %) foram diagnosticados com doença celíaca na primeira coorte, 38 (0,75 %) receberam o diagnóstico positivo na segunda e 54 (0,85 %) na terceira. Isso significa que em relação à primeira coorte, a prevalência da doença foi 4 vezes superior na segunda coorte e 4,5 vezes na terceira ($p < 0,0001$). Perante o importante aumento da prevalência da DC os autores consideraram que a patologia está emergindo como uma preocupação substancial de saúde pública no país.

Entre crianças, White et al. (2013) verificaram que em um período de 20 anos que transcorreu entre 1990 e 2009, a incidência da DC na Escócia aumentou de 1,8 / 100.000 para 11,7 / 100.000 ($p < 0,0001$), o que representa um crescimento de 6,4 vezes no número de novos casos. Os pesquisadores chamam a atenção para o fato de o aumento ter ocorrido tanto nos casos de DC clássica (aqueles em que há sintomas de má absorção intestinal), quanto na forma não clássica (que

não há sintomas de má absorção). Mais uma vez, os achados indicam um crescimento real nos casos de DC.

A razão para este aumento ainda não está totalmente esclarecida, mas possivelmente esteja relacionada com fatores ambientais ou dietéticos (FASANO et al., 2008; GREEN, 2009). Como consequência da globalização, o consumo regular de alimentos contendo trigo se tornou comum, mesmo em sociedades que tradicionalmente utilizam outras culturas, como o milho ou o arroz. Este fato, possivelmente, pode estar colaborando para o aumento da incidência da doença celíaca (FASANO et al., 2008; GREEN, 2009; BYASS; KAHN; IVARSSON, 2011).

No Brasil não há um levantamento nacional da prevalência da doença celíaca. Os estudos existentes são regionais, consideram critérios de diagnóstico distintos e na maior parte das vezes realizados com doadores de sangue, população que pode ser considerada saudável. Apesar destas limitações, as conclusões dos autores das pesquisas indicam que a prevalência da doença celíaca no país é semelhante às encontradas nos países europeus. De acordo com estes estudos, entre adultos verifica-se que a prevalência da DC varia entre 0,24 - 0,84 % (MELO et al., 2006; PEREIRA et al., 2006; CROVELLA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007). Entre crianças e adolescentes apenas um estudo foi identificado, no qual a prevalência da doença foi de 1,9 % (BRANDT; SILVA, 2008). Já a prevalência da DC entre parentes de indivíduos com doença celíaca variou entre 4,8 % e 11,5 % (ALMEIDA et al., 2008; CASTRO-ANTUNES et al., 2010; NASS et al., 2010).

3.1.4 Manifestações e Formas Clínicas

Originalmente a doença celíaca era considerada uma síndrome rara de má absorção da infância, fato pelo qual é conhecida como enteropatia sensível ao glúten. Atualmente é reconhecida como uma doença sistêmica, frequente, e que pode ser diagnosticada em qualquer idade (GREEN; CELLIER, 2007).

A doença celíaca pode provocar uma extensa lista de sinais e sintomas. Quando estes são caracterizados pela presença de má absorção intestinal, com a ocorrência de diarreia, esteatorreia, vômitos, distensão abdominal, flatulência, perda de peso e déficit de crescimento, a DC é classificada como “clássica”. Se os sintomas são intestinais, porém não envolvem má absorção, como no caso de pacientes que apresentam constipação e dor abdominal, diz-se que a DC é “não clássica”. Já em casos onde os sintomas são extraintestinais, como quando há presença

de anemia ferropriva, anormalidades nas funções do fígado, problemas no esmalte dos dentes, osteoporose, etc., a DC é classificada como “subclínica”. Há também aqueles que não apresentam sintomas, portanto, chama-se de DC “assintomática” (LUDVIGSSON et al., 2013).

A doença celíaca não tratada pode aumentar o risco de mortalidade em até 4 vezes, quando comparada a expectativa de vida de pessoas sem a doença, em função das complicações associadas a ela (RUBIO-TAPIA et al., 2009). A demora no diagnóstico, bem como a não adesão ao tratamento, pode promover inúmeras complicações, que incluem Diabetes Mellitus tipo 1, cardiopatias, cirrose e carcinoma hepatocelular, câncer gastrointestinal e linfoma (COSNES; NION-LARMURIER, 2013).

3.1.5 Tratamento

Embora nos últimos anos o interesse de pesquisadores por alternativas terapêuticas para a doença celíaca tenha se intensificado (TACK et al., 2010;STOVEN; MURRAY; MARIETTA, 2012;TACK et al., 2013; TENNYSON et al., 2013; KAUKINEN; LINDFORS; MÄKI, 2014), até o momento o único tratamento disponível para a doença celíaca consiste na exclusão vitalícia do glúten da dieta. Isso fará com que haja remissão dos sintomas, das características histológicas e sorológicas da doença, melhorando a saúde e a qualidade de vida da maioria das pessoas afetadas pela doença. Algumas pessoas, no entanto, não reagem ao tratamento, por serem portadoras da forma refratária da doença. Embora o tratamento seja eficaz, a dieta isenta de glúten é complexa e os pacientes necessitam de educação nutricional e de acompanhamento com nutricionista qualificado. A remoção total dos alimentos que contêm glúten da dieta pode ser bastante difícil em razão da contaminação dos alimentos com o glúten, do elevado custo dos produtos, da restrita disponibilidade de opções sem glúten, da baixa palatabilidade dos alimentos, e também em razão das representações sociais e culturais em torno dos alimentos (NIEWINSKI, 2008; SELIMOĞLU; KARABIBER, 2010; TACK et al., 2010; BAI et al., 2013).

De acordo com o *Codex Alimentarius* (2008) pode ser considerado um alimento sem glúten aquele que possuir um teor de glúten inferior a 20 mg/kg (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2008). No Brasil, em função da necessidade de restrição do glúten na dieta dos celíacos, em

2003 foi aprovada a Lei Federal 10.674 que determina que todos os alimentos industrializados devem conter em seu rótulo e bula, obrigatoriamente, as inscrições "contém Glúten" ou "não contém Glúten", conforme o caso (BRASIL, 2003).

3.2 PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEM GLÚTEN

De acordo com a Federação Internacional das Sociedades de Gastroenterologia Pediátrica, Hepatologia e Nutrição o desenvolvimento de novos produtos alimentícios sem glúten, que sejam seguros e promovam melhoras nos cuidados de saúde e na qualidade de vida de pessoas com doença celíaca, deve ser questão prioritária de pesquisa (FASANO et al., 2008). Neste sentido, tem-se percebido que a remoção do glúten de produtos de panificação é um dos maiores desafios da ciência e tecnologia de alimentos (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; PAGLIARINI; LAUREATI; LAVELLI, 2010; PERESSINI; PIN; SENSIDONI, 2011).

O fato de o glúten ser uma das mais complexas proteínas encontradas na natureza justifica estas dificuldades. Como mencionado anteriormente, "glúten" é o termo genérico utilizado para denominar uma proteína estrutural que está presente em cereais como o trigo, o centeio e a cevada. Ele pode ser definido como a massa borrachuda que permanece quando a massa de trigo é lavada para remover grânulos de amido e constituintes solúveis em água. É composto predominantemente por proteínas (75 – 85 %), pequenas quantidades de lipídios (5 -10 %) e porções diminutas de carboidratos não amido (WIESER, 2007).

Formado predominantemente por gliadina e glutenina, o glúten desempenha um papel único e fundamental nas características da qualidade de produtos de panificação, uma vez que a ele é atribuída a habilidade higroscópica, bem como as características de coesividade, viscosidade e elasticidade da massa. Neste contexto suas principais frações proteicas exercem funções divergentes: quando hidratadas, as gliadinas, proteínas monoméricas, contribuem principalmente com a viscosidade e extensibilidade do sistema da massa, enquanto as gluteninas, moléculas poliméricas, são as responsáveis pela coesividade e elasticidade. Além do mais, desempenham efeito positivo sobre o volume específico dos pães, e a razão gliadina/glutenina está positivamente associada com a firmeza do miolo. Desta forma, uma mistura adequada de ambas é essencial para um produto com boa qualidade final (HOSENEY, 1991; WIESER, 2007; BARAK; MUDGIL; KHATKAR, 2013).

É considerado um componente essencial para a adequada estrutura e textura de produtos de panificação, pois a formação de uma massa viscoelástica é uma característica reológica exclusiva do glúten, que possibilita o aprisionamento de gás durante a fermentação, proporcionando um produto estruturado quando assado. A remoção do glúten de produtos de panificação prejudica a capacidade da massa de se desenvolver apropriadamente durante o amassamento, fermentação e panificação. Desta forma, frequentemente pães elaborados apenas com farinhas sem glúten apresentam massa líquida na etapa que antecede o cozimento; e quando assados, apresentam volume inferior àqueles produzidos com trigo, problemas de textura e de cor, além de outros defeitos de qualidade, convergindo para baixa palatabilidade e aceitação sensorial (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; MARIOTTI et al., 2009; LERNER, 2010; SCIARINI et al., 2010a; HAGER et al., 2012b).

As dificuldades em se trabalhar com este desafio tecnológico, bem como a subestimação do número real de pessoas que necessitam destes alimentos podem ter colaborado por muito tempo para que houvesse um restrito número de estudos com objetivo de desenvolver produtos de panificação livres de glúten. Apesar disso, nos últimos anos percebe-se um interesse crescente do meio científico acerca desta temática (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Pesquisas voltadas para o desenvolvimento de produtos sem glúten concentram-se principalmente na elaboração de pães (GUJRAL et al., 2003; KISKINI et al., 2007; SCHOBBER; BEAN; BOYLE, 2007; SONG; SHIN, 2007; MARCO; ROSELL, 2008; SCHOBBER et al., 2008; ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009; CLERICI; AIROLDI; EL-DASH, 2009; MEZAIZE et al., 2009; ONYANGO et al., 2009; ZANDONADI; BOTELHO; ARAÚJO, 2009; ALVAREZ-JUBETE et al., 2010a; BRITES et al., 2010; DE LA BARCA et al., 2010; DEMIRKESEN et al., 2010; ONYANGO et al., 2010; SCHOENLECHNER et al., 2010; SCIARINI et al., 2010b; TORBICA; HADNAĐEV; DAPČEVIĆ, 2010; VALLONS et al., 2010; WRONKOWSKA et al., 2010; PERESSINI; PIN; SENSIDONI, 2011; RIEMSDIJK et al., 2011; SAKAČ et al., 2011; ZIABRO et al., 2012; CAPPÀ; LUCISANO; MARIOTTI, 2013; HAGER; ARENDT, 2013; HERA; MARTINEZ; GÓMEZ, 2013; MAHMOUD et al., 2013; MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013; MARTÍNEZ; MARCOS; GÓMEZ, 2013; STORCK et al., 2013; WRONKOWSKA; HAROS; SORAL-ŠMIETANA, 2013; ZIABRO et al., 2013; PONGJARUVAT et al., 2014), seguidas pelo espaguete (CAPERUTO; AMAYA-FARFAN;

CAMARGO, 2001; CHILLO et al., 2008; YALCIN; BASMAN, 2008a; YALCIN; BASMAN, 2008b; SOZER, 2009; MARTI; SEETHARAMAN; PAGANI, 2010; ZANDONADI et al., 2012; SUSANNA; PRABHASANKAR, 2013), bolos (RONDA et al., 2009; SUMNU et al., 2010; RONDA et al., 2011; PREICHARDT et al., 2011; GULARTE et al., 2012; GULARTE; GÓMEZ; ROSELL, 2012) e biscoitos (DE SIMAS et al., 2009; DE LA BARCA et al., 2010; HAN; JANZ; GERLAT, 2010; TORBICA; HADNAĐEV; HADNAĐEV, 2012; HADNAĐEV; TORBICA; HADNAĐEV, 2013). Em todos os casos, as matérias-primas utilizadas com maior frequência são farinhas de arroz e de milho.

3.2.1 Produtos alimentícios sem glúten elaborados a partir de matérias-primas com elevado valor nutricional e utilização de aditivos

Comumente, os produtos alimentícios sem glúten são produzidos a partir de matérias-primas não enriquecidas / fortificadas, na maior parte das vezes, farinhas refinadas ou amidos, acarretando em prejuízos ao consumo de fibras e outros nutrientes essenciais para a manutenção da saúde (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). Portanto, não é surpreendente que inadequações na dieta de indivíduos com doença celíaca, especialmente no que diz respeito à ingestão de fibras e micronutrientes, tenham sido observadas (THOMPSON, 2000; SHEPHERD; GIBSON, 2012).

Alguns estudos, no entanto, buscam contornar estas deficiências utilizando matérias-primas que possuam capacidade de melhorar o valor nutricional dos produtos, e obviamente, que sejam consideradas seguras para celíacos. Entre estas, destaque para os pseudocereais como trigo sarraceno, amaranto e quinoa, além de outros cereais como o sorgo (CAPERUTO; AMAYA-FARFAN; CAMARGO, 2001; CHILLO et al., 2008; ONYANGO et al., 2009; ROSELL; CORTEZ; REPO-CARRASCO, 2009; ALVAREZ-JUBETE et al., 2010b; DE LA BARCA et al., 2010; ONYANGO et al., 2010; SCHOENLECHNER et al., 2010; VALLONS et al., 2010; SAKAČ et al., 2011; HAGER et al., 2012b; HADNAĐEV; TORBICA; HADNAĐEV, 2013; WRONKOWSKA; HAROS; SORAL-ŠMIETANA, 2013).

O amaranto, a quinoa e o trigo sarraceno, do ponto de vista da botânica são plantas dicotiledôneas e, portanto, não são cereais (monocotiledôneas). Entretanto, por produzirem sementes ricas em

amido, assim como os cereais, são denominados "pseudocereais". O amaranto (*Amaranthus* spp.) e a quinoa (*Chenopodium quinoa*) são grãos andinos, enquanto o trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) é originário da Ásia Central. Estes grãos possuem uma excelente composição química: têm elevado teor proteico - são ricos em aminoácidos essenciais, como metionina, lisina, arginina e triptofano; possuem elevado teor de lipídeos insaturados e poli-insaturados; são ricos em minerais, especialmente cálcio, magnésio, ferro, potássio e zinco; e também são fontes de compostos bioativos, como o γ - e β -tocoferol, polifenóis e flavonoides. Estes grãos, por conseguinte, representam um importante potencial antioxidante (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008; ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010; COMINO et al., 2013).

Alvarez-Jubete, Arendt e Gallagher (2009), na Irlanda, avaliaram a composição nutricional de pães sem glúten formulados utilizando amaranto, quinoa e trigo sarraceno e concluíram que quando empregados na substituição de ingredientes comumente utilizados, como farinhas refinadas e amidos, promovem a melhora no perfil nutricional dos alimentos, com aumentos significativos nos teores de proteína, gorduras insaturadas, fibras e minerais. Além do mais, no que diz respeito à toxicidade, já foi comprovado que estes grãos não induzem à resposta imune, portanto, são alternativas que podem ser consideradas seguras na dieta de indivíduos com doença celíaca (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009; BERGAMO et al., 2011).

Embora a utilização exclusiva de pseudocereais não seja sustentável, uma vez que prejudica as características físicas e sensoriais dos produtos (ROSELL; CORTEZ; REPO-CARRASCO, 2009; HAGER et al., 2012a; HAGER et al., 2012b), estudos vêm relatando a viabilidade da substituição parcial de farinhas refinadas tradicionais por estes grãos.

De acordo com a literatura, há evidências do efeito positivo da substituição parcial das matérias-primas tradicionais (farinha de arroz, amido de milho e de batata) por farinha de trigo sarraceno. Pesquisas destacam que a utilização desta farinha na produção de pães sem glúten além de beneficiar o valor nutricional dos pães e proporcionar o aumento na atividade antioxidante e no teor de compostos fenólicos, também melhora as características de qualidade do pão, tais como o volume específico e os parâmetros de cor e de textura. Além disso, verifica-se uma boa aceitação sensorial dos pães produzidos com farinha de trigo sarraceno, por indivíduos não celíacos (TORBICA;

HADNAĐEV, DAPČEVIĆ, 2010; WRONKOWSKA et al., 2010; SAKAČ et al., 2011; MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013; WRONKOWSKA; HAROS; SORAL-ŠMIETANA, 2013).

Segundo Alvarez-Jubete et al. (2010a), também a substituição parcial (50 %) da farinha de arroz por farinhas de amaranto e quinoa, além da de trigo sarraceno, representa uma alternativa viável, pois pães elaborados de tal modo apresentaram tanto adequadas características tecnológicas, como aumento no volume específico e melhora nos parâmetros de textura do miolo e da crosta, quanto boa aceitação sensorial por indivíduos não celíacos. Além do mais, os autores salientam que a produção de pães sem glúten de alta qualidade contendo pseudocereais pode representar um significativo avanço na adequação da dieta de indivíduos com doença celíaca.

Já De La Barca et al. (2010) elaboraram pães sem glúten utilizando exclusivamente farinha de amaranto crua e amaranto “estourado” (pipoca de amaranto) em diferentes proporções (30, 40, 50, 60, 70 e 80 %). Os resultados indicaram que a utilização de 60 % de amaranto estourado para 40 % de farinha de amaranto cru promoveu melhoras nas características reológicas da massa, no volume específico, além de beneficiar o valor nutricional do pão.

Os pseudocereais também vêm sendo testados na produção de espagete sem glúten. De acordo com Capreruto, Amaya-Farfan e Camargo (2001), em um estudo que avaliou a performance de misturas de farinhas de quinoa e milho, o espagete de quinoa apresentou baixo desempenho, possivelmente em função dos limitados teores de amilase. Contudo, os autores sugerem que novos testes, utilizando misturas com maiores quantidades de farinha de quinoa sejam considerados. Além do mais, a análise sensorial do produto realizada com 30 julgadores não celíacos revelou boa aceitação. Já Chillo et al. (2008) desenvolveram espagete utilizando misturas de farinha de amaranto, quinoa, fava e grão de bico e concluíram que de uma forma geral o produto desenvolvido demonstrava boa performance, especialmente no cozimento.

Pesquisas também têm demonstrado o potencial da utilização dos pseudocereais na produção de biscoitos sem glúten. A partir da substituição parcial de farinha de arroz (10 %, 20 % e 30 %) por farinha de trigo sarraceno, pesquisadores verificaram melhora nas características tecnológicas dos biscoitos, representadas pelos parâmetros de textura “dureza” e “fraturabilidade”, além da melhora na avaliação sensorial dos biscoitos, com maior aceitação do formato,

estrutura, aparência a sabor dos biscoitos, especialmente daqueles desenvolvidos utilizando 20 % de farinha de trigo sarraceno (TORBICA; HADNAĐEV; HADNAĐEV, 2012; HADNAĐEV; TORBICA; HADNAĐEV, 2013). O emprego de amaranto, na forma de amaranto estourado, também promoveu beneficiamentos tecnológicos e nutricionais em biscoitos sem glúten (DE LA BARCA et al., 2010).

Ainda com o propósito de agregar valor nutricional aos produtos sem glúten, alguns pesquisadores têm investigado o efeito da adição de farinhas de leguminosas. Han, Janz e Gerlat (2010) testaram a implicação da utilização de seis diferentes tipos de farinha de leguminosas (grão de bico, lentilha verde, lentilha vermelha, feijão carioca, feijão branco e ervilha amarela), além da proteína isolada e da fibra isolada de ervilha na produção de biscoito sem glúten. Com base nos dados de aceitação, nas características de processamento e os padrões industriais, o biscoito de grão de bico passou a ser desenvolvido em nível industrial e demonstrou possuir características físicas e nutricionais similares às marcas já existentes no mercado, e maior aceitação pelos consumidores. Gularte, Gómez e Rosell (2012) investigaram o impacto da incorporação de diferentes leguminosas (grão de bico, ervilha, lentilha e feijão) em bolos sem glúten. Além de melhorar o valor nutricional, com diferenças de acordo com a variedade, a utilização das farinhas de leguminosas induziu ao aumento da viscosidade da massa, exceto pela farinha de ervilha, e afetou as propriedades de qualidade dos bolos. De acordo com os autores, a farinha de lentilha foi a que demonstrou melhor desempenho físico-químico e nutricional e, deste modo, poderia ser considerada no enriquecimento de bolos sem glúten.

A viabilidade da utilização de sorgo em produtos alimentícios sem glúten já foi considerada. O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench ou *Sorghum vulgare* Pers.) é um cereal seguro para celíacos e uma alternativa interessante para a substituição da farinha de trigo, pois apresenta sabor neutro e produz uma farinha com a aparência e cor semelhantes à farinha de trigo, tornando-se uma boa opção na fabricação de alimentos sem glúten como pães, bolos, biscoitos e espaguetes. Embora seja amplamente consumido na África e na Ásia, é subutilizado para a alimentação humana na maioria dos países desenvolvidos, pois é um alimento de difícil digestibilidade, principalmente após o processo de cocção (TAYLOR; SCHÖBER; BEAN, 2006; MESA-STONESTREET; ALAVI; BEAN, 2010).

Frequentemente o sorgo tem sido empregado como a matéria-prima veículo em estudos que apostam no uso de novas tecnologias para melhorar as propriedades reológicas dos produtos sem glúten (ONYANGO et al., 2009; ONYANGO et al., 2010; SUSANNA; PRABHASANKAR, 2013). Vallons et al. (2010) identificaram que o tratamento da farinha de sorgo com alta pressão (≥ 300 MPa) induz a geleificação do amido, provocando o aumento da consistência e da elasticidade da massa do pão. A utilização de massa ácida em pães de sorgo também foi testada e demonstrou bom desempenho, uma vez que promoveu a degradação das proteínas solúveis e, por conseguinte, interferiu na geleificação do amido, produzindo um pão com estrutura de poros mais homogênea (SCHOBER; BEAN; BOYLE, 2007).

Além da necessidade de substituição da matéria-prima, nos anos recentes verifica-se um aumento no número de pesquisas que investigam ingredientes que tenham a habilidade de reproduzir a função do glúten nos produtos de panificação (YALCIN; BASMAN, 2008a; ARENDT et al., 2008; SCIARINI et al., 2010a; DEMIRKESEN et al., 2010; HAGER; ARENDT, 2013; HADNAĐEV; TORBICA; HADNAĐEV, 2013; MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013).

Entre estes ingredientes destacam-se os hidrocolóides, considerados essenciais na elaboração de produtos de panificação sem glúten, pois possuem capacidade de imitar, até certo ponto, a propriedade viscoelástica do glúten. Muitas vezes os hidrocolóides são utilizados como agentes espessantes, pois melhoraram as ligações com a água e proporcionam sua maior retenção. Além disso, desempenham papéis na estabilização, na geleificação, beneficiam a estrutura geral do pão e ainda podem ser usados como substitutos de gordura. Sensorialmente, a utilização de hidrocolóides produz benefícios no volume, na maciez e na textura dos produtos (ARENDT et al., 2008; KOHAJDOVÁ; KAROVIČOVÁ, 2009; SCIARINI et al., 2010a; HOUBEN; HÖCHSTÖTTER; BECKER, 2012).

Estas substâncias podem ser classificadas de acordo com a sua origem. Entre os de origem vegetal estão: (a) aqueles provenientes de algas marinhas, como a goma agar-agar, carragena e alginato; (b) os extraídos de plantas, como pectina e β -glucanas; (c) as gomas exsudadas de plantas, como a goma arábica; (d) as mucilagens de sementes, como a goma alfarroba, goma guar e *psyllium*. Existem também os hidrocolóides produzidos a partir da síntese química ou bioquímica da celulose, tais como a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), carboximetilcelulose (CMC) e a metilcelulose (MC); e também os

oriundos da biossíntese microbiana, como é o caso da goma xantana (HOUBEN; HÖCHSTÖTTER; BECKER, 2012). Apesar da grande variedade, na literatura identifica-se que os hidrocolóides utilizados mais frequentemente em experimentos realizados com produtos sem glúten são a goma xantana, HPMC e CMC.

A xantana, conhecida como goma xantana, é um heteropolissacarídeo de alto peso molecular e um biopolímero produzido por bactérias gram-negativas do gênero *Xanthomonas*, que utilizam como fontes de carbono preferencialmente a glicose ou sacarose. É um hidrocolóide não gelificante, que forma soluções pseudoplásticas de alta viscosidade e não é afetada por mudanças na temperatura, pH ou concentração de sal, sendo, portanto, um dos hidrocolóides mais utilizados na indústria de alimentos (BEMILLER, 2008; NERY et al., 2008; HAGER; ARENDT, 2013).

A hidroxipropilmetilcelulose, por sua vez, é um éter de celulose obtido a partir da ligação química entre o hidroxipropil e grupo metil na posição β -1,4-D-glucana da cadeia de celulose. Esta modificação química permite que este hidrocolóide se torne um polímero hidrossolúvel com elevada atividade de superfície e propriedades únicas em relação à hidratação. A HPMC tem habilidade para formar géis quando aquecida, formar filmes e apresenta características de reologia pseudoplásticas (BEMILLER, 2008; HAGER; ARENDT, 2013).

Já a carboximetilcelulose pertence à família dos produtos que contêm o grupo éter carboximetil sob forma de sal de sódio (-O-CH₂-COO-Na⁺) e, portanto, são polímeros aniônicos. A CMC tem capacidade para se hidratar rapidamente e de ser espessante, é um hidrocolóide não geleificante e apresenta comportamento pseudoplástico (BEMILLER, 2008).

Os efeitos positivos da adição dos hidrocolóides nos parâmetros de avaliação da qualidade de pães sem glúten vêm sendo reportados na literatura. No entanto, é importante ressaltar que o tipo e o grau de influência que estas substâncias exercem dependem do hidrocolóide empregado, da quantidade utilizada e da matéria-prima na qual são adicionados (LAZARIDOU et al., 2007; HAGER; ARENDT, 2013).

Hager e Arendt (2013) avaliaram o desempenho da goma xantana e da HPMC (níveis entre 0 – 2 %) em pães produzidos com farinhas de arroz, trigo sarraceno, milho ou teff¹, e observaram que ambos os

¹ O Teff (*Eragrostis tef*) é um cereal comumente cultivado na Etiópia, Eritreia, Djibouti, Sudeste do Sudão e Norte do Quênia. É uma semente muito pequena, que pode apresentar coloração variada. Representa a principal fonte de

hidrocolóides são ingredientes poderosos com potencial para melhorar as propriedades dos pães, mesmo quando adicionados em pequenas quantidades. Entretanto, também podem provocar efeitos negativos, tais como a redução do volume e aumento da dureza, dependendo da forma e matriz em que são adicionados. Em pães produzidos a partir de farinhas comerciais (que utilizam como bases farináceas amido de milho, amido de mandioca, amido de batata e farinha de arroz) e acrescidos de farinha de trigo sarraceno, a adição de pequenas quantidades (0,5 %) de HPMC apresentou desempenho positivo, proporcionando um miolo mais macio e redução dos efeitos de *staling*² durante a estocagem (MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013).

Estudos que compararam a eficiência de diferentes gomas no desempenho de pães sem glúten destacam a eficiência da goma xantana. Demirkesen et al. (2010) e Sciarini et al. (2010b) produziram pães à base de farinha de arroz e verificaram que a adição de 0,5 % de goma xantana promoveu as alterações mais significativas, quando comparada aos demais hidrocolóides investigados, tanto na consistência da massa, provocando o aumento da viscosidade; quanto na estrutura dos pães, proporcionando pães com melhores características de textura. No que diz respeito ao volume específico, as pesquisas identificaram resultados contraditórios. Segundo Lazaridou et al. (2007) que avaliaram pães à base de farinha de arroz e amido de milho e adição de 1 e 2 % de hidrocolóide (goma xantana, CMC, β -glucana, pectina e agar), a goma xantana foi a que promoveu maior resistência à deformação, portanto, maior rigidez e menor volume específico.

Por outro lado, Mezaize et al. (2009) utilizando uma formulação base que continha farinha de arroz e de milho, e amido de milho e batata, identificaram que entre os hidrocolóides goma guar, goma xantana, CMC e HPMC, o primeiro era o que proporcionava características mais semelhantes a um pão francês tradicional, quando adicionado a 1,9 %. Os autores ainda observaram que quando era adicionado 5 % de farinha de trigo sarraceno à formulação os benefícios à qualidade do pão eram ainda mais evidentes.

carboidratos da população da Etiópia (ADEBOWALE et al., 2011; ARAYA et al., 2011).

² *Staling* é o termo utilizado para definir as alterações nas características físicas dos produtos de panificação, principalmente em relação à textura da crosta e do miolo, que provocam redução na aceitação dos produtos pelos consumidores (LAI; LIN, 2005).

Efeitos positivos da adição de goma xantana em bolos sem glúten também já foram descritos. Segundo a literatura, em bolos à base de farinha de arroz a adição de goma xantana (0,5 %) demonstra elevada capacidade de reter água, proporcionando maior viscosidade e maior volume específico. Ainda, apresenta efeito positivo sobre as características do miolo do bolo de arroz (RONDA et al., 2009). De acordo com Preichardt et al. (2011), a adição de 0,3 % e 0,4 % de goma xantana a bolos com base de arroz e milho tornou a estrutura dos produtos mais uniforme, aumentou o volume específico e reduziu a dureza, proporcionando características sensoriais adequadas e boa aceitação. Segundo Samnu et al. (2010) a mistura de goma xantana (0,5 %) e goma guar (0,5 %) garantiu efetividade no retardo do *staling* em bolos sem glúten à base de farinha de arroz.

Por outro lado, Gularte et al. (2012) avaliaram a substituição de 20 % de farinha de arroz por inulina, goma guar ou fibra de aveia, e suas combinações (fibra de aveia – inulina; fibra de aveia – goma guar), em bolos de farinha de arroz e identificaram que embora tenha se constatado um aumento significativo no teor de fibras dos bolos, as elevadas quantidades podem ter prejudicado alguns parâmetros de qualidade. A adição de 20 % da goma guar aumentou excessivamente a consistência da massa e provocou problemas de qualidade no que diz respeito ao volume específico e textura dos bolos, logo, seu uso não foi considerado sustentável. Todas as fibras adicionadas, bem como suas combinações, provocaram o aumento da dureza e a redução da resiliência. Exceto pela inulina, as demais aumentaram a coesividade. A inulina, embora tenha favorecido a incorporação de ar à massa, reduziu a elasticidade e provocou o maior grau de colapso. Diante dos resultados, os autores avaliaram que a combinação de fibra de aveia (15 %) e inulina (5 %) foi a alternativa que obteve melhor desempenho. Já em biscoitos a adição de CMC (0,69 %), em bases de farinha de arroz e trigo sarraceno, apresentou características de força e resistência à deformação semelhante às identificadas em biscoitos de trigo. A adição do CMC proporcionou maior viscosidade e força da massa, possibilitando maior facilidade de manuseio e estrutura suficiente para manter o formato desejado (HADNAĐEV; TORBICA; HADNAĐEV, 2013).

A utilização de semente de *Psyllium* (*Plantago ovate* Forsk), tradicionalmente reconhecida por seus benefícios à saúde e aplicações nutracêuticas, farmacêuticas e médicas (MISRHA et al., 2014), vem ganhando espaço como aditivo alimentar. O *psyllium* contém fibras solúveis que são hidrocolóides funcionais (RAHAIE et al., 2012) e,

portanto, vem sendo empregado na fabricação de produtos alimentícios sem glúten. A utilização da fibra de *psyllium* parece melhorar as propriedades físicas da massa dos produtos sem glúten, uma vez que forma uma estrutura semelhante a um filme (MARIOTTI et al., 2009). De acordo com a literatura, a suplementação de *psyllium* melhora as características tecnológicas e nutricionais dos pães sem glúten, promovendo implicações na fermentação e no cozimento. Efeitos sobre a redução do *staling* do pão também foram observados (CAPPA; LUCISANO; MARIOTTI, 2013). Além do mais, já se verificou que pães adicionados de *psyllium* obtiveram boa aceitação em todos os atributos avaliados (aceitação global, cor, odor, sabor e textura), tanto entre julgadores celíacos, quanto entre não celíacos (ZANDONADI; BOTELHO; ARAÚJO, 2009).

A adição de proteínas nas formulações de produtos sem glúten também vem sendo apreciada, uma vez que melhoram a estrutura e capacidade de retenção de gás das massas, além de simultaneamente beneficiar a qualidade nutricional dos produtos. Proteínas de diversas fontes podem ser utilizadas, entre elas, as proteínas do leite, albumina dos ovos, proteína de soja, além de outras proteínas de fontes vegetais (ARENDDT et al., 2008; SCIARINI et al., 2010a; HOUBEN; HÖCHSTÖTTER; BECKER, 2012). Neste contexto, estudos têm apostado com sucesso na utilização de matérias-primas ricas em proteínas, como é o caso dos pseudocereais, das farinhas de sorgo e de soja (MEZAIZE et al., 2009; SCIARINI et al., 2010a; SUSANNA; PRABHASANKAR, 2013).

De acordo com Riemsdijk et al. (2011) a utilização 2,4 % de proteína do soro do leite em estruturas mesoscópicas (100 nm – 100 µm) proporciona a pães sem glúten, produzidos à partir de amido de trigo, volume específico e tamanho de alvéolos comparáveis aos de um pão normal. Já em pães produzidos à base de amido de milho e de batata, Ziabro et al. (2013) testaram a utilização de proteínas de diferentes origens: albumina, colágeno, ervilha, tremoço e proteína de soja. Os autores observaram que as diferentes proteínas afetavam de diferentes maneiras a viscosidade e a estrutura dos pães. Enquanto a adição de proteína de soja e de colágeno reduziu significativamente o volume específico dos pães, a proteína de tremoço e a albumina apresentaram efeito inverso. Com relação aos parâmetros de textura, verificou-se que a proteína de ervilha, a de soja e de tremoço reduziram significativamente a dureza e a mastigabilidade, sendo que a proteína de tremoço foi a que produziu os efeitos mais importantes. Entretanto, os resultados da análise sensorial realizada por analistas treinados não

celíacos, não estão de acordo com a análise instrumental. Segundo a análise sensorial, todos os pães suplementados com proteína tiveram aceitação global superior à do pão controle, e os que obtiveram melhor aceitação foram aqueles adicionados de proteína de ervilha e colágeno. A proteína de soja foi a que teve pior aceitação.

O potencial das enzimas no desenvolvimento de produtos alimentícios sem glúten também vem sendo investigado. De acordo com a literatura, o incremento de enzimas tem o objetivo de melhorar as propriedades de moldagem da massa, bem como, aumentar a qualidade do produto final. Dependendo da atividade da enzima, efeitos positivos podem ser verificados sobre a capacidade de reter água, a vida de prateleira, a retrogradação e a maciez do miolo dos produtos. Algumas das enzimas mais comumente aplicadas a produtos sem glúten são: a amilase, a ciclodextrina glicosil transferase (CGTase) e a transglutaminase (TG) (ARENDDT et al., 2008; SCARINI et al., 2010a; HOUBEN; HÖCHSTÖTTER; BECKER, 2012).

Martínez, Marcos e Gómez (2013) avaliaram o efeito da adição das enzimas lipase, amilase e protease em pães de arroz sem glúten. Os resultados da pesquisa indicam que a lipase foi a enzima que apresentou melhor desempenho e capacidade para aprimorar a qualidade de pães de arroz, pois afetou positivamente o volume do pão e reduziu tanto a dureza inicial do pão, quanto durante o período de estocagem.

Estudos que avaliaram o papel das enzimas transglutaminases em pães de arroz sem glúten apresentam resultados divergentes no que diz respeito aos parâmetros de dureza e adesividade do miolo (MARCO; ROSELL, 2008; STORCK et al., 2009). Segundo Marco e Rosell (2009) a utilização de TG proporciona ao pão uma estrutura mais uniforme. Apesar da discrepância entre os parâmetros supracitados, os pesquisadores concordam que a TG possui potencial para melhorar a qualidade de pães de arroz sem glúten.

A combinação da enzima TG com as proteínas albumina e caseína parece ter efeito ainda mais pronunciado em pães de arroz sem glúten, com capacidade para influenciar positiva e negativamente os parâmetros de qualidade do pão, conforme os valores adicionados. Entretanto, a utilização de pequenas quantidades (1,35 U/g de proteína de TG; 0,67 g / 100 g de albumina e 0,67 g / 100g de caseína) demonstrou potencial para melhorar a textura do miolo e volume específico dos pães. Apesar dos avanços identificados, os autores da pesquisa chamam atenção para a necessidade de mais estudos que investiguem a segurança da utilização da TG por indivíduos com doença celíaca (STORCK et al., 2013).

Também em pães de arroz sem glúten, a utilização da enzima Ciclodextrina glicosil transferase (CGTase), em níveis que variaram entre 10 e 40 $\mu\text{L}/100\text{ g}$ de farinha, apresentou desempenho positivo no que diz respeito as características de qualidade do pão. Este experimento demonstrou que a utilização da enzima CGTase proporcionou melhor volume específico, índice de formato e textura de miolo aos pães (GUJRAL et al., 2003).

Por outro lado, a utilização de alfa-amilase em pães de sorgo sem glúten parece levar a uma alta adesividade do miolo, prejudicando a qualidade geral do pão, e portanto, não sendo considerada sustentável, nestas condições (ONYANGO et al., 2010).

Em macarrão, Yalcin e Basman (2008a; 2008b) avaliariam os efeitos da adição de hidrocolóides (goma xantana e alfarroba) e da enzima transglutaminase (TG) em bases de arroz (YALCIN; BASMAN, 2008a) e de milho (YALCIN; BASMAN, 2008b). Em ambos os estudos, os autores reportaram que houve um beneficiamento nos produtos em que foram adicionados com TG e hidrocolóides. A adição de TG melhorou a habilidade mecânica da massa, proporcionando um macarrão mais macio, com menos perdas durante o cozimento, além de beneficiá-lo em termo de matéria orgânica total.

3.2.2 O consumidor celíaco e os produtos alimentícios sem glúten

Embora academicamente, como foi apresentado no item anterior, seja observado um aumento no número de pesquisas que objetivem desenvolver novos produtos alimentícios sem glúten, que sejam seguros e que possuam boa qualidade nutricional e sensorial, a realidade de mercado parece ser bastante diferente. Com frequência o que se verifica são produtos que utilizam pouca tecnologia, e apresentam baixo valor nutricional e pobre qualidade sensorial (MARIOTTI et al., 2009). Problemas relacionados com a disponibilidade e elevado custo de produtos alimentícios sem glúten vêm sendo relatados em pesquisas realizadas em diversos países e estão entre os principais enfrentamentos cotidianos dos celíacos.

Estudos conduzidos por Lamontagne, West e Galibois (2001), no Canadá, e por Araújo e Araújo (2011), no Brasil, utilizando o mesmo questionário, apontaram resultados semelhantes. No Canadá, dos 234 celíacos investigados 39 % afirmaram insatisfação com a variedade de produtos sem glúten, 40 % insatisfação com a disponibilidade e 88 % disseram estar insatisfeitos com os preços dos produtos. A satisfação com a variedade/qualidade dos produtos esteve significativamente

relacionada com a adesão à dieta isenta em glúten. Já no Brasil, dos 105 indivíduos com doença celíaca avaliados 37 % estavam pouco satisfeitos com a variedade e 57 % insatisfeitos com a disponibilidade dos produtos no supermercado. O preço dos produtos novamente foi o fator que gerou maior insatisfação entre os entrevistados: 88 % referiram estar pouco satisfeitos ou não satisfeitos.

Problemas com a variedade dos produtos alimentícios sem glúten também foram percebidos por Sverker, Hensing, e Hallert (2005), na Suécia. Os autores utilizaram uma abordagem qualitativa para identificar os dilemas vivenciados por 43 celíacos e constataram que a pequena variedade destes produtos era uma das maiores dificuldades cotidianas, uma vez que restringia as escolhas alimentares e tornava a dieta monótona.

Segundo Zarkadas et al. (2006), em uma pesquisa realizada no Canadá com 2681 celíacos, a dificuldade para encontrar alimentos, especialmente de boa qualidade sensorial, é um dos maiores obstáculos para seguir a dieta livre de glúten, afetando 85 % dos entrevistados. Segundo 40 % dos participantes do estudo, a maior disponibilidade de produtos sem glúten nos supermercados seria o fator que mais contribuiria para qualidade de vida de pessoas com doença celíaca.

No Chile o problema com a disponibilidade de alimentos sem glúten também figura entre os principais obstáculos enfrentados por celíacos, de acordo com Bravo e Muñoz (2011). Os autores pesquisaram 20 adolescentes celíacos e seus pais, além de 20 pais de crianças celíacas e verificaram que 75 % dos pais sentiam dificuldade de encontrar os alimentos e 97,5 % consideravam os preços elevados. Para mais de 50 % dos pais, o alto custo dos produtos sem glúten era o principal empecilho para adesão à dieta. No entanto, 55 % dos pais e 65 % das crianças afirmaram que a maior disponibilidade de alimentos seria o fator que promoveria melhor adesão à dieta.

A situação dos produtos sem glúten em estabelecimentos comerciais está de acordo com os dados reportados por indivíduos com doença celíaca. Singh e Whelan (2011) investigaram 30 pontos comerciais de Londres e verificaram que a disponibilidade foi pequena e que o preço de todos os produtos alimentícios sem glúten era significativamente superior ($p < 0,001$) aos seus equivalentes convencionais, custando entre 76 - 518 % mais caro.

Limitada disponibilidade dos produtos e os elevados preços também foram observados por Lee et al. (2007) nos Estados Unidos da América e por Stevens e Rashid (2008) no Canadá. A pesquisa de Lee et al. (2007) foi realizada em cinco diferentes estados e constatou que,

além da limitada disponibilidade de alimentos sem glúten no país, todos os produtos eram significativamente mais caros ($p < 0,05$) do que seus equivalentes convencionais, custando em média 240 % mais caro. No estudo conduzido por Stevens e Rashid (2008), foram avaliados 56 produtos alimentícios sem glúten em duas grandes cadeias de supermercados e comparados com seus equivalentes convencionais. Todos os produtos alimentícios sem glúten foram significativamente mais caros ($p < 0,0001$) do que seus equivalentes, custando em média 242 % mais caro.

A limitada disponibilidade de produtos alimentícios sem glúten, aliada aos elevados preços destes alimentos pode prejudicar a adesão ao tratamento da DC, com potenciais consequências à qualidade de vida de pessoas com doença celíaca, com comprometimentos em âmbito econômico, social e psicológico, além das complicações clínicas e nutricionais (LEE et al., 2007; SINGH; WHELAN, 2011; LEE et al., 2012). As dificuldades de adesão à dieta também estão relacionadas à baixa palatabilidade, à frequente contaminação dos alimentos por glúten e à pressão social (LERNER, 2010; KONING; MOL; MEARIN, 2013). Entre crianças e adolescentes, a baixa palatabilidade dos alimentos parece ser a principal razão para a fraca adesão ao tratamento (ROMA et al., 2010).

Olsson et al. (2009), realizaram grupos focais com 47 adolescentes celíacos suecos entre 15 e 18 anos de idade. A baixa disponibilidade e qualidade sensorial dos alimentos sem glúten foram apontadas como motivos que geram desconforto social, pois aumentavam a visibilidade, os comentários e a curiosidade das pessoas acerca do que eles comem, bem como os questionamentos sobre a doença.

De acordo com Hall, Rubin e Charnock (2013) há uma elevada porcentagem de celíacos que consome glúten, seja não intencional (54 %) ou intencionalmente (40 %). Segundo os autores, promover a melhoria nos rótulos dos produtos, aumentar a oferta dos produtos no supermercado e promover maior conscientização acerca do problema nas indústrias potencializaria o melhoramento deste quadro.

A insatisfação dos consumidores celíacos com diversos fatores relacionados aos produtos alimentícios sem glúten, como destacam as pesquisas supracitadas, sugere que suas opiniões e percepções enquanto consumidores de alimentos estejam sendo negligenciadas pela indústria. Além disso, percebe-se que tais questões estão sendo abordadas de modo superficial pela comunidade acadêmica.

3.2.3 Estudos com consumidores

O estudo do comportamento do consumidor é o estudo de como os indivíduos tomam decisões de gastar seus recursos disponíveis (tempo, dinheiro, esforço) em itens relacionados ao consumo. Neste contexto objetiva-se compreender o que compram, por que compram, quando compram, onde compram, e com que frequência os consumidores compram e utilizam os itens adquiridos (SCHIFFMAN; KANUK, 2000; BLACKWELL; MINIARD; ENGEL, 2008).

A maneira como as indústrias se relacionavam com os consumidores passou por transformações com o fim da Segunda Guerra Mundial. A partir de então as empresas perceberam que poderiam vender praticamente qualquer item que produzissem para os consumidores, visto que a demanda excedia a oferta. Esta abordagem ficou conhecida como “orientação para a produção”. No entanto, esta estratégia não garantiu a satisfação do consumidor, e não promovendo a satisfação das necessidades é improvável que o consumidor recompre o produto (SCHIFFMAN; KANUK, 2000).

No final de 1950, algumas empresas perceberam que potencializariam as vendas se soubessem previamente os itens cobiçados pelos consumidores. A partir de então, as necessidades e os desejos do consumidor tornaram-se foco principal das empresas. Esta filosofia de *marketing* orientada para o consumidor ficou conhecida como “conceito de *marketing*”, no qual a principal hipótese é que para se obter sucesso, uma empresa precisa identificar as necessidades e desejos do mercado-alvo (SCHIFFMAN; KANUK, 2000; BLACKWELL; MINIARD; ENGEL, 2008).

Assim, em meados de 1960 surgiram os primeiros estudos a respeito do comportamento consumidor. Estes foram construídos sobre uma base interdisciplinar, utilizando conceitos já existentes da psicologia (estudo do indivíduo), da sociologia (estudo dos grupos), da psicologia social (estudo de como um indivíduo age em grupo), da antropologia (influência da sociedade sobre o indivíduo) e da economia (SCHIFFMAN; KANUK, 2000).

Entre as metodologias empregadas nestes estudos, a utilização da técnica de grupos focais ganhou destaque. Pesquisas com grupos focais já vinham sendo realizadas desde a Segunda Guerra Mundial pela área das Ciências Sociais. Embora estes estudos tenham sido conduzidos por pesquisadores renomados, como Robert Merton, não foram bem recebidos no meio acadêmico. Por outro lado, houve intenso interesse dos pesquisadores do *marketing* por essa técnica a partir de 1950, uma

vez que o mercado precisava se adaptar a nova realidade de mercado tornando-se mais atrativo para os consumidores. Desde então os grupos focais são amplamente aceitos nas pesquisas de *marketing*, pois produzem resultados úteis a um custo razoável. Somente em 1980 as pesquisas acadêmicas redescobriram os grupos focais (KRUEGUER; CASEY, 2009).

O grupo focal é uma forma de entrevista que pode ser muito efetiva na realização de pesquisas que desejam entender as experiências e atitudes das pessoas. O método encoraja e estimula a comunicação entre os participantes, proporcionando que as pessoas compartilhem suas experiências e pontos de vista, permitindo que se expressem a seu modo, utilizando sua própria linguagem, apresentando potencial de produzir informação em um curto espaço de tempo, sendo a interação do grupo parte do próprio método. Além disso, empodera os participantes, fazendo com que estes se sintam parte ativa do processo (KITZINGER, 1995; GREEN; THOROGOOD, 2004; GATTI, 2005).

Mais recentemente, de um modo geral, as indústrias de alimentos têm buscado identificar e atender aos anseios dos consumidores em relação a seus produtos, pois só assim sobreviverão num mercado cada vez mais competitivo (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2010). Entretanto, apesar do crescimento nas taxas de diagnóstico da doença celíaca ter evidenciado os consumidores celíacos como um nicho de mercado em expansão e aumentado a demanda por produtos alimentícios sem glúten (BOGUE; SORENSON, 2008), a maioria destes produtos disponíveis no mercado possui baixa qualidade sensorial, especialmente quando comparados com seus similares contendo glúten (ARENDDT et al., 2008).

Reconhecer o potencial que as pessoas afetadas pela doença celíaca representam como consumidoras, considerando seus desejos por produtos alimentícios com melhor sabor e textura é uma grande oportunidade para o mercado de alimentos. Entretanto, para corresponder às expectativas dos consumidores celíacos e, conseqüentemente, alcançar êxito nos objetivos comerciais, o mercado de produtos alimentícios sem glúten precisa passar por transformações e se adequar ao estilo de vida dos consumidores celíacos (BOGUE; SORENSON, 2008).

De acordo com Kelly, Moore e Arendt (2008) o processo de desenvolvimento de novos produtos é uma atividade chave para a indústria global de alimentos. Quando se trata de produtos alimentícios sem glúten, o termo “inovação” tem um significado particular, pois o produto em questão pode ser igual a um convencional (com glúten) já

existente, porém em uma versão sem glúten que ainda não estava disponível.

No processo de desenvolvimento de novos produtos, há uma série de etapas a serem consideradas antes do lançamento do produto no mercado: concepção da ideia, formulação e desenvolvimento do produto, testes iniciais e avaliação da viabilidade, testes de vida de prateleira, produção em escala e testes com consumidores, elaboração de embalagem e rotulagem. Como o sucesso do produto está intimamente relacionado com a aceitação por seus consumidores, é importante a presença destes indivíduos em várias destas etapas (KELLY; MOORE; ARENDT, 2008).

Para o consumidor, de nada vale um produto com excelentes características químicas, físicas ou microbiológicas, se as características sensoriais não corresponderem às suas necessidades ou anseios. Por esta razão, os parâmetros de qualidade também são definidos quanto às percepções e satisfação do consumidor em relação ao produto. Neste processo, a análise sensorial mostra-se de extrema importância (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2010).

Academicamente, a inserção de consumidores celíacos em pesquisa sobre desenvolvimento de produtos alimentícios sem glúten é incipiente. Entre estes poucos estudos identificados, todos realizaram a inclusão dos celíacos quando analisaram sensorialmente o produto, principalmente utilizando testes afetivos, que avaliam a aceitação e a preferência dos consumidores a respeito dos alimentos elaborados.

A análise sensorial, assim como o que ocorreu com a técnica de grupos focais, ganhou importância no período pós Segunda Guerra Mundial, quando as indústrias de alimentos passaram a ter mais preocupação com a qualidade dos produtos e considerar as habilidades humanas para medir as características sensoriais dos alimentos. Mais tarde, na considerada 4^o fase da análise sensorial, teve-se o entendimento que a qualidade sensorial de um alimento não é uma característica própria do alimento, mas é a forma como o homem percebe o alimento (DUTCOSKY, 2012).

Tamanha foi a atenção que os consumidores passaram a receber, que foram desenvolvidos entre as técnicas de análise sensorial os testes afetivos, também conhecidos como testes de consumidores, que possibilitam a identificação direta da opinião (preferência ou aceitação) dos consumidores em relação a ideias, características específicas ou globais de determinado produto (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2010).

Testes de preferência são usados quando se deseja comparar vários produtos quanto à preferência, forçando a escolha de um item em detrimento a outro(s). A preferência pode ser avaliada por meio de diversos testes, entre eles: teste de comparação pareada, ordenação e comparação múltipla, conforme o número de amostras que se deseja avaliar (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; CARNEIRO; MINIM, 2010).

Na comparação pareada, o objetivo do teste é determinar entre duas amostras qual é a preferida pelo consumidor. No método de ordenação, é possível determinar a ordem de preferência entre três ou mais amostras. Já o teste de comparação múltipla é utilizado quando se deseja avaliar três ou mais amostras quanto à sua preferência em relação à amostra controle (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; CARNEIRO; MINIM, 2010).

Já o teste de aceitação é aplicado quando se deseja acessar o “*status* afetivo” de um produto, ou seja, quando o objetivo da pesquisa é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam de determinado produto. Os testes de aceitação são avaliados por meio de escalas, sendo as escalas hedônicas as mais conhecidas. Existem diversos tipos de escala hedônica: verbais, faciais, estruturadas e não estruturadas (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; REIS; MINIM, 2010).

Entre as escalas, os melhores resultados (mais discriminativos) são obtidos por meio da utilização de escalas balanceadas bipolares, isto é, escalas que possuem um equilíbrio entre o número de categorias positivas e negativas (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006). A escala hedônica verbal de nove pontos é a mais utilizada em testes de aceitação de alimentos (LIM, 2011) e demonstra resultados semelhantes aos obtidos pela escala não estruturada (HEIN et al., 2008). Ambas demonstram desempenho satisfatório para avaliar a aceitabilidade sensorial de consumidores, uma vez que permitem alta discriminação dos produtos avaliados (SILVA et al., 2013).

A maioria dos estudos sensoriais conduzidos com indivíduos com doença celíaca identificados na literatura foram realizados no Brasil. A avaliação da aceitabilidade de macarrão de arroz por 40 celíacos foi objeto de estudo de Ormenese et al. (2001), utilizando escala hedônica de 7 pontos. A escala hedônica de 7 pontos também foi aplicada por Zandonadi, Botelho e Araújo (2009) para investigar a aceitação de pães sem glúten com *psyllium* por 35 indivíduos com doença celíaca. Zandonadi et al. (2012) utilizaram escala hedônica, porém de 9 pontos, para avaliar a aceitação de macarrão sem glúten, adicionado de banana verde, por 25 celíacos. Já De Simas et al. (2009) contaram com 21

juízes celiacos que utilizaram o teste *ranking* de preferência para julgar amostras de *cookies* produzidas com diferentes concentrações de farinha de palmeira real.

Testes afetivos também foram utilizados nas dissertações de Moreira (2007) e Schamne (2007), realizadas no Brasil. Moreira (2007) avaliou a aceitabilidade de 21 celiacos com relação aos atributos cor, aroma, sabor, maciez e aparência global de pães sem glúten elaborados com diferentes fontes de lipídeos. Schamne (2007) investigou a aceitabilidade de pães e *muffins* produzidos utilizando amido de mandioca e derivados da soja por 17 celiacos. Em ambos os estudos a intenção de compra dos produtos desenvolvidos também foi avaliada.

Ainda no Brasil, De Moraes, Cruz e Bolini (2013) realizaram análise de “tempo intensidade” e teste de escala hedônica não estruturada de 9 cm para avaliar pães sem glúten produzidos com substitutos de açúcar. Os testes foram conduzidos com 19 e 60 indivíduos com doença celíaca, respectivamente. Em outra pesquisa, Moraes et al. (2014) conduziram uma Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de pães sem glúten prebióticos com 15 painelistas celiacos treinados. Os autores ainda avaliaram a aceitabilidade dos pães por meio de escala hedônica não estruturada de 9 cm com 65 celiacos.

Testes não afetivos, como é o caso do método de perfil sensorial foram conduzidos por Pagliarini, Laureati e Lavelli (2010) e por Laureati, Giussani e Pagliarini (2012) na Itália. Pagliarini, Laureati e Lavelli (2010) contaram com 10 painelistas celiacos treinados para avaliar os atributos sensoriais de pães sem glúten comerciais. No estudo de Laureati, Giussani e Pagliarini (2012) 8 painelistas celiacos e 12 não celiacos foram treinados para analisar pães sem glúten comerciais com o objetivo de verificar se existiam diferenças sensoriais e descritivas entre os grupos. De acordo com os pesquisadores não foram observadas discrepâncias.

Diante da literatura existente, verifica-se que a opinião dos consumidores celiacos tem sido considerada somente após o produto já ter sido desenvolvido, e não no momento da concepção da ideia. Além disso, percebe-se a carência de estudos sobre o comportamento do consumidor celiaco. Desenvolver um produto a partir da percepção do público alvo consumidor é uma realidade há décadas para diversos setores da indústria, inclusive alimentícia. Entretanto, aos consumidores de produtos alimentícios sem glúten, esta oportunidade parece não ter sido oferecida até o momento.

Conhecer as necessidades e opiniões deste grupo é importante para o desenvolvimento de um produto que atenda satisfatoriamente aos

aspectos sensoriais desejados por este nicho de mercado. Elaborar um produto seguro, com adequada qualidade nutricional e aceitação sensorial é um desafio, visto que o glúten desempenha importantes funções na qualidade dos produtos de panificação.

REFERÊNCIAS

- ADEBOWALE, A. A. et al. Fractionation and characterization of teff proteins. **Journal of Cereal Science**, v. 54, n. 3, p. 380-386, 2011.
- AKOBENG, A. K. et al. Effect of breast feeding on risk of coeliac disease: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **Archives of Disease in Childhood**, v. 91, n. 1, p. 39-43, 2006.
- ALMEIDA, P. L. et al. Prevalence of celiac disease among first degree relatives of brazilian celiac patients. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 45, n. 1, p. 69-72, 2008.
- ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, Suplemento 4, p. 240-257, 2009.
- ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 2, p. 106-113, 2010.
- ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. **European Food Research and Technology**, v. 230, n. 3, p. 437-445, 2010a.
- ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 770-778, 2010b.
- 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, n. 1, p. 105-109, 2011.
- ARAYA, A. et al. Crop coefficient, yield response to water stress and water productivity of teff (*Eragrostis tef* (Zucc.)). **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 5, p. 775-783, 2011.

ARENDDT, E. K. et al. Gluten-free breads. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 13, p. 289-319.

BAI, J. C. et al. World Gastroenterology Organization Global Guidelines on Celiac Disease. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v. 47, n. 2, p. 121-126, 2013.

BARADA, K. et al. Celiac disease in the developing world. **Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North American**, v. 22, n. 4, p. 773-796, 2012.

BARAK, S.; MUDGIL, D.; KHATKAR, B. S. Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties. **LWT – Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 211-217, 2013.

BEMILLER, J. N. Hydrocolloids. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 9, p. 203-215.

BERGAMO, P. et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 55, n. 8, p. 1266-1270, 2011.

BERGE-HENEGOUWEN, G. P.; MULDER, C. J. Pioneer in the gluten free diet: Willem-Karel Dicke 1905-1962, over 50 years of gluten free diet. **Gut**, v. 34, n. 11, p. 1473-1475, 1993.

BLACKWELL, R. D.; MINIARD, P. W.; ENGEL, J. F. **Comportamento do consumidor**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 606 p.

BOGUE, J.; SORENSON, D. The marketing of gluten-free cereal products. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 17, p. 393-411.

BRANDT, K. G.; SILVA, G. A. P. Soroprevalência da doença celíaca em ambulatório pediátrico, no nordeste do Brasil. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 45, n. 3, p. 239-242, 2008.

BRASIL. Lei n. 10.674, de 16 de maio de 2003a. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=5854>.

BRAVO, F. M.; MUÑOZ, M. P. Adherencia e impacto de la dieta sin gluten en niños com enfermedad celíaca. **Revista Chilena de Pediatría**, v. 82, n. 3, p. 191-197, 2011.

BRITES, C. et al. Maize-based gluten-free bread: influence of processing parameters on sensory and instrumental quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 5, p. 707-715, 2010.

BYASS, P.; KAHN, K.; IVARSSON, A. The Global burden of childhood coeliac disease: a neglected component of diarrhoeal mortality? **PLoS ONE**, v. 6, n. 7, p. e22774, 2011.

CABRERA-CHÁVEZ, F. et al. Transglutaminase treatment of wheat and maize prolamins of bread increases the serum IgA reactivity of celiac disease patients. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 1387-1391, 2008.

CAPPA, C.; LUCISANO, M., MARIOTTI, M. Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. **Carbohydrate Polymers**, v. 98, n. 2, p. 1657-1666, 2013.

CAPERUTO, L. C.; AMAYA-FARFAN, J.; CAMARGO, C. R. O. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 1, p. 95-101, 2001.

CARNEIRO, J. D. S.; MINIM, V. P. R. In: MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. cap. 2, p. 50-65.

CASTRO-ANTUNES, M. M. et al. Doença celíaca em familiares de primeiro grau de portadores. **Jornal de Pediatría**, v. 86, n. 4, p. 331-336, 2010.

CATASSI, C. et al. Why is coeliac disease endemic in the people of the Sahara? **The Lancet**, v. 354, n. 9179, p. 647-648, 1999.

CATASSI, C.; COBELLIS, G. Coeliac disease epidemiology is alive and kicking, especially in the developing world. **Digestive and Liver Disease**, v. 39, n. 10, p. 908-910, 2007.

CATASSI, C.; FASANO, A. Celiac disease. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 1, p. 1-27.

CHILLO, S. et al. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. **Journal of Food Engineering**, v. 84, n. 1, p. 101-107, 2008.

CLERICI, M. T. P. S.; AIROLDI, C.; EL-DASH, A. Production of acidic extruded rice flour and its influence on the qualities of gluten-free bread. **LWT Food Science and Technology**, v. 42, n. 2, p. 618–623, 2009.

COMINO, I. et al. The Gluten-Free Diet: Testing Alternative Cereals Tolerated by Celiac Patients. **Nutrients**, v. 5, n. 10, p. 4250-42-68, 2013.

COSNES, J.; NION-LARMURIER, I. Les complications de la maladie coeliaque. **Pathologie Biologie**, v. 61, n. 2, p. e21-e26, 2013.

CROVELLA, S. et al. Speeding up coeliac disease diagnosis in the developing countries. **Digestive and Liver Disease**, v. 39, n. 10, p. 900 – 902, 2007.

DA SILVA NEVES, M. M. P. et al. Celiac disease diagnosis and gluten-free food analytical control. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 397, n. 5, p. 1743-1753, 2010.

DE LA BARCA, A. M. C. et al. Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 65, n. 3, p. 241–246, 2010.

DE MORAIS, E C.; CRUZ, A. G.; BOLINI, H. M. A. Gluten-free bread: multiple time–intensity analysis, physical characterisation and acceptance test. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 48, n. 10, p. 2176–2184, 2013.

- DE SIMAS, K. N. et al. Effect of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 531-538, 2009.
- DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MININ, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. cap. 1, p. 13-49.
- DEMIRKESEN, I. et al. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**, v. 96, n. 2, p. 295-303, 2010.
- DICKSON, C. B.; STREUTKER, C. J.; CHETTY, R. Coeliac disease: an update for pathologists. **Journal of Clinical Pathology**, v. 59, n. 10, p. 1008-1016, 2006.
- DUBÉ, C. et al. The prevalence of celiac disease in average-risk and at-risk western European populations: a systematic review. **Gastroenterology**, v. 128, Suplemento S57–S67, 2005.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.
- FASANO, A. et al. Federation of International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus Report on Celiac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 47, n. 2, p. 214-219, 2008.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Codex Alimentarium Commission. Codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. **Codex Stan 118 – 1979**. Proposed draft revised standard for gluten-free foods, 2008.
- GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, n. 3-4, p.143-152, 2004.
- GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humana**. v. 10. Brasília: Líber Livro, 2005.

GOMEZ, J. C. et al. Prevalence of celiac disease in Argentina: screening of an adult population in the La Plata area. **American Journal of Gastroenterology**, v. 96, n. 9, p. 2700-2704, 2001.

GREEN, J; THOROGOOD, N. **Qualitative methods for health research**. London: Sage, 2004. 262 p.

GREEN, P. H. R., JABRI, B. Celiac Disease. **Annual Review of Medicine**, v. 57, p. 207-221, 2006.

GREEN, P. H. R.; CELLIER, C. Celiac Disease. **New England Journal of Medicine**, v. 357, n. 17, p. 1731-43, 2007.

GREEN, P. H. R. Mortality in celiac disease, intestinal inflammation, and gluten sensitivity. **Journal of American Medical Association**, v. 302, n. 11, p. 1225-1226, 2009.

GUANDALINI, S. A brief history of celiac disease. **The University of Celiac Disease Center**, v. 7, n. 3, p. 1-4, 2007.

GULARTE, M. A. et al. Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties. **LWT – Food Science and Technology**, v. 48, n. 2, p. 209-214, 2012.

GULARTE, M. A.; GÓMEZ, M.; ROSELL, C. M. Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 8, p. 3142-3150, 2012.

GUTIERREZ-ACHURY, J.; COUTINHO DE ALMEIDA, R.; WIJMENGA, C. Shared genetics in coeliac disease and other immune-mediated diseases. **Journal of Internal Medicine**, v. 269, n. 6, p. 591–603, 2011.

GUJRAL, H. S. et al. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 1, p. 3814-3818, 2003.

HADNAĐEV, T. R. D.; TORBICA, A. M.; HADNAĐEV, M. S. Influence of buckwheat flour and carboxymethyl cellulose on rheological behaviour and baking performance of gluten-free cookie dough. **Food Bioprocess and Technology**, v. 6, n. 7, p. 1770-1781, 2013.

HAGER, A. S. et al. Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. **European Food Research and Technology**, v. 235, n. 2, p. 333-344, 2012a.

HAGER, A. S. et al. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v. 52, n. 2, p. 239-247, 2012b.

HAGER, A. S.; ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. **Food Hydrocolloids**, v. 32, n. 1, p. 195-203, 2013.

HALL, N. J.; RUBIN, G. P.; CHARNOCK, A. Intentional and inadvertent non-adherence in adult coeliac disease. A cross-sectional survey. **Appetite**, v. 68, n. 1, p. 56-62, 2013.

HAN, J. J.; JANZ, J. A. M.; GERLAT, M. Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 627-633, 2010.

HEIN, K. A. et al. Comparison of five common acceptance and preference methods. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 7, p. 651-661, 2008.

HERA, E.; MARTINEZ, M.; GOMÉZ, M. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. **LWT – Food Science and Technology**, v. 54, n. 1, p. 199-206, 2013.

HOSENEY, R. C. **Principios de ciencia y tecnología de los cereales**. Zaragoza: Acribia, 1991.321p.

- HOUBEN, A.; HÖCHSTÖTTER, A.; BECKER, T. Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. **European Food Research and Technology**, v. 235, n. 2, p. 195-208, 2012.
- HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.
- IVARSSON, A. et al. Epidemic of coeliac disease in Swedish children. **Acta Paediatrica**, v. 89, n. 2, p. 165-171, 2000.
- IVARSSON, A. et al. Breast-feeding protects against celiac disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 5, p. 914-921, 2002.
- KAUKINEN, K.; LINDFORS, K.; MÄKI, M. Advances in the treatment of coeliac disease: an immunopathogenic perspective. **Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology**, v. 11, n. 1, p. 34-44, 2014.
- KELLY, A. L.; MOORE, M. M.; ARENDT, E. K. New product development: the case of gluten-free food products. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 18, p. 413-431.
- KISKINI, A. et al. Sensory characteristics and iron dialyzability of gluten-free bread fortified with iron. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 309-316, 2007.
- KITZINGER, J. Introducing focus groups (qualitative research, part 5). **British Medical Journal**, v. 311, n. 7000, p. 299-303, 1995.
- KOHAJDOVÁ, Z.; KAROVIČOVÁ, J. Application of hydrocolloids as baking improvers. **Chemical Papers**, v. 63, n. 1, p. 26-38, 2009.
- KONING, F.; MOL, M.; MEARIN, M. L. The million-dollar question: is “gluten-free” food safe for patients with celiac disease?. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 97, n. 1, p.3-4, 2013.

KRUEGER, R. A.; CASEY, M. A. **Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research**. 4 ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2009. 217 p.

KUPFER, S. S.; JABRI, B. Pathophysiology of celiac disease. **Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North American**, v. 22, n. 4, p. 639-660, 2012.

LAI, H. M.; LIN, T.C. Bakery products. In: HUI, Y. H. **Handbook of Food Science, Technology and Engineering**. Boca Raton: FL, Taylor & Francis, 2005, v. 4, cap. 148, p. 1-52.

LAMONTAGNE, P.; WEST, E. G.; GALIBOIS, I. Quebecers with celiac disease: analysis of dietary problems. **Canadian Journal of Dietetic Practice and Research**, v. 62, n. 4, p. 175-181, 2001.

LAUREATI, M.; GUISSANI, B.; PAGLIARINI, E. Sensory and hedonic perception of gluten-free bread: comparison between celiac and non-celiac subject. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 326-333, 2012.

LAZARIDOU, A. et al. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 3, p. 1033-1047, 2007.

LEE, A. R. et al. Economic burden of a gluten-free diet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 20, n. 5, p. 423-430, 2007.

LEE, A. R. et al. Living with coeliac disease: survey results from the USA. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 25, n. 3, p. 233-238, 2012.

LERNER, A. New therapeutic strategies for celiac disease. **Autoimmunity Reviews**, v. 9, n. 3, p. 144-147, 2010.

LIM, J. Hedonic scaling: A review of methods and theory. **Food Quality and Preference**, v. 22, n. 8, p. 733-747, 2011.

LOHI, S. et al. Increasing prevalence of coeliac disease over time. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 25, n. 9, p. 1217-1225, 2007.

LUDVIGSSON, J. F.; GREEN, P. H. R. Clinical management of coeliac disease. **Journal of Internal Medicine**, v. 269, n. 6, p. 560-571, 2011.

LUDVIGSSON, J. F.; FASANO, A. Timing of introduction of gluten and celiac disease risk. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v. 60, Suplemento 2, p. 22-29, 2012.

LUDVIGSSON, J. F. et al. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. **Gut**, v. 62, n. 1, p. 43-52, 2013.

MAHMOUD, R. M. et al. Formulations and quality characterization of gluten-free Egyptian balady flat bread. **Annals of Agricultural Science**, v. 58, n. 1, p. 19-25, 2013.

MAKHARIA, G. K. et al. Prevalence of celiac disease in the northern part of India: A community based study. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 26, n. 5, p. 894-900, 2011.

MARCO, C.; ROSELL, C. M. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. **European Food Research and Technology**, v. 227, n. 4, p. 1205-1213, 2008.

MARIOTTI, M. et al. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v. 42, n. 8, p. 963-975, 2009.

MARIOTTI, M.; PAGANI, M. A.; LUCISANO, M. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 1, p. 393-400, 2013.

MARSH, M. N. Gluten, major histocompatibility complex, and the small intestine. **Gastroenterology**, v. 102, n. 1, p. 330-354, 1992.

MARTI, A.; SEETHARAMAN, K.; PAGANI, M. A. Rice-based pasta: a comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking. **Journal of Cereal Science**, v. 52, n. 3, p. 404-409, 2010.

MARTÍNEZ, M. M.; MARCOS, P.; GÓMEZ, M. Texture development in gluten-free breads: effect of different enzymes and extruded flour. **Journal of Texture Studies**, v. 44, n. 6, p. 480-489, 2013.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4 ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. 448 p.

MELO, S. B. C. et al. Prevalence and demographic characteristics of celiac disease among blood donors in Ribeirao Preto, São Paulo State, Brazil. **Digestive Disease Science**, v. 51, n. 5, p. 1020-1025, 2006.

MESA-STONESTREET, N. J.; ALAVI, S.; BEAN, S. R. Sorghum proteins: the concentration, isolation, modification, and food applications of kafirins. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 5, p. R90-R104, 2010.

MEZAIZE, S. et al. Optimization of gluten-free formulations for French-style breads. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 3, p. E140-146, 2009.

MISHRA, S. et al. Synthesis, characterization and applications of polymethylmethacrylate grafted psyllium as flocculant. **Carbohydrate Polimers**, v. 99, p. 462-468, 2014.

MONTEIRO, C. A. Please, don't change my words. **World Nutrition**, v. 2, n. 3, p. 160-161, 2011.

MORAIS, E. C. et al. Prebiotic gluten-free bread: Sensory profiling and drivers of liking. **LWT – Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 248-254, 2014.

MOREIRA, M. R. **Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

NASS, F. R. et al. Serological and clinical follow-up of relatives of celiac disease patients from Southern Brazil. **Digestion**, v. 83, n. 1-2, p. 89-95, 2010.

NERY, T. B. R. et al. Biossintese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade. **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 1937-1941, 2008.

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

NISTICÒ, L. et al. Concordance, disease progression, and heritability of coeliac disease in Italian twins. **Gut**, v. 55, n. 6, p. 803-808, 2006.

NOBRE, S. R.; SILVA, T.; PINA CABRAL, J. E. Doença celíaca revisitada. **Jornal Português de Gastroenterologia**, v. 14, n. 4, p. 184-193, 2007.

OLIVEIRA, R. P. et al. High prevalence of celiac disease in Brazilian blood donor volunteers based on screening by IGA antitissue transglutaminase antibody. **European Journal of Gastroenterology & Hepatology**, v. 19, n. 1, p. 43-49, 2007.

OLSSON, C. et al. Difference in celiac disease risk between Swedish birth cohorts suggests an opportunity for primary prevention. **Pediatrics**, v. 122, n. 3, p. 528-534, 2008.

OLSSON, C. et al. Food that makes you different: the stigma experienced by adolescents with celiac disease. **Qualitative Health Research**, v. 19, n. 7, p. 976-984, 2009.

ONYANGO, C. et al. Creep-recovery parameters of gluten-free batter and crumb properties of bread prepared from pregelatinised cassava starch, sorghum and selected proteins. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 12, p. 2493-2499, 2009.

ONYANGO, C. et al. Batter rheology and bread texture of sorghum-based gluten-free formulations modified with native or pregelatinised cassava starch and α -amylase. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 6, p. 1228-1235, 2010.

ORMENESE, R. C. S. C. et al. Massas alimentícias não-convencionais à base de arroz - perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, p. 67-74, 2001.

PAGLIARINI, E.; LAUREATI, M.; LAVELLI, V. Sensory evaluation of gluten-free breads assessed by a trained panel of celiac assessors. **European Food Research and Technology**, v. 231, n. 1, p. 37-46, 2010.

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

PERESSINI, D.; PIN, M.; SENSIDONI, A. Rheology and breadmaking performance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 3, p. 340-349, 2011.

PLOT, L.; AMITAL, H. Infectious associations of Celiac disease. **Autoimmunity Reviews**, v. 8, n. 4, p. 316-319, 2009.

PONGJARUVAT, W. et al. Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. **Food Hydrocolloids**, v. 36, p. 143-150, 2014.

PREICHARDT, L. D. et al. The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 12, p. 2591-2597, 2011.

RADLOVIĆ, N. P. et al. Influence of early feeding practices on celiac disease in infants. **Croatian Medical Journal**, v. 51, n. 5, p. 417-422, 2010.

RAHAIE, S. et al. Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. **Journal of Food Science and Technology**, 2012. *In Press*.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. cap. 3, p. 66- 82.

RIEMSDIJK, L. E. et al. Preparation of gluten-free bread using a meso-structured whey protein particle system. **Journal of Cereal Science**, v. 53, n. 3, p. 355-361, 2011.

ROMA, E. et al. Dietary compliance and life style of children with coeliac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 23, n. 2, p. 176-182, 2010.

RONDA, F. et al. Improvement of quality of gluten-free layer cakes. **Food Science and Technology International**, v. 15, n. 2, p. 193-202, 2009.

RONDA, F. et al. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. **Journal of Food Engineering**, v. 102, n. 3, p. 272-277, 2011.

ROSELL, C. M.; CORTEZ, G.; REPO-CARRASCO, R. Breadmaking use of Andean crops Quinoa, Kañiwa, Kiwicha, and Tarwi. **Cereal Chemistry**, v. 86, n. 4, p. 386-392, 2009.

RUBIO-TAPIA, A. et al. Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac disease. **Gastroenterology**, v. 137, n. 1, p. 88-93, 2009.

SAKACĚ, M. et al. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours. **Food Research International**, v. 44, n. 9, p. 2806-13, 2011.

SCHAMNE, C. **Obtenção e caracterização de produtos panificados livres de glúten**. 2007. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

SCHIFFMAN, L. G.; KANUK, L. L. **Comportamento do Consumidor**. 6. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2000. 475 p.

SCHOENLECHNER, R.; SIEBENHANDL, S.; BERGHOFER, E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 7, p. 149-190.

SCHOENLECHNER, R. et al. Effect of water, albumen and fat on the quality of gluten-free bread containing amaranth. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 4, p. 661-669, 2010.

SCHOBBER, T. J.; BEAN, S. R.; BOYLE, D. L. Gluten-free sorghum bread improved by sough fermentation - biochemical, rheological, and microstructural background. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5137-5146, 2007.

SCHOBER, T. J. et al. Improved viscoelastic zein–starch doughs for leavened gluten-free breads: their rheology and microstructure. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 3, p. 755-767, 2008.

SCIARINI, L. S. et al. Influence of gluten-free flours and their mixtures on batter properties and bread quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 4, p. 577–585, 2010a.

SCIARINI, L. S. et al. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 11, p. 2306–2312, 2010b.

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**, v. 36, n. 4, p. 244-257, 1999.

SELIMOĞLU, M. A.; KARABIBER, H. Celiac disease - prevention and treatment. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v. 44, n. 1, p. 4-8, 2010.

SHEPHERD, S. J.; GIBSON, P. R. Nutritional inadequacies of the gluten-free diet in both recently-diagnosed and long-term patients with coeliac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 26, n. 4, p. 349-358, 2012.

SILANO, M.; AGOSTONI, C.; GUANDALINI, S. Effect of the timing of gluten introduction on the development of celiac disease. **World Journal of Gastroenterology**, v. 16, n. 16, p. 1939-1942, 2010.

SILVA, A. N. et al. Performance of hedonic scales in sensory acceptability of strawberry yogurt. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 9-21, 2013.

SINGH, J.; WHELAN, K. Limited availability and higher cost of gluten-free foods. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 24, n. 5, p. 479-486, 2011.

SOLLID, L. M. Coeliac disease: dissecting a complex inflammatory disorder. **Nature Reviews Immunology**, v. 2, n. 9, p. 647-655, 2002.

- SONG, J. Y.; SHIN, M. Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free bread. **Food Science and Biotechnology**, v. 16, n. 5, p. 759-764, 2007.
- SOZER, N. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 3, p. 849-855, 2009.
- STEVENS, L.; RASHID, M. Gluten-free and regular foods: a cost comparison. **Canadian Journal of Dietetic Practice and Research**, v. 69, n. 3, p. 147-150, 2008.
- STORCK, C. R. et al. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. **Brazilian Journal of Technology**, v. II SSA, p. 71-77, 2009.
- STORCK, C. R. et al. Protein enrichment and its effects on gluten-free bread characteristics. **LWT – Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 346-354, 2013.
- STOVEN, S.; MURRAY, J. A.; MARIETTA, E. Celiac disease: advances in treatment via gluten modification. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 10, n. 8, p. 859-862, 2012.
- SUMNU, G. et al. The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 87–93, 2010.
- SUSANNA, S.; PRABHASANKAR, P. A study on development of Gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 613-621, 2013.
- SVERKER, A.; HENSING, G.; HALLERT, C. “Controlled by food” – lived experiences of celiac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 18, n. 3, p. 171-180, 2005.
- TACK, G. J. et al. The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment. **Nature Reviews – Gastroenterology and Hepatology**, v. 7, n. 4, p. 204-213, 2010.

- TACK, G. J. et al. Consumption of gluten with gluten-degrading enzyme by celiac patients: A pilot-study. **World Journal of Gastroenterology**, v. 19, n. 35, p. 5837-5847, 2013.
- TAYLOR, J. R. N.; SCHOBER, T. J.; BEAN, S. R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. **Journal of Cereal Science**, v. 44, n. 3, p. 252-271, 2006.
- TENNYSON, C. A. et al. Interest in medical therapy for celiac disease. **Therapeutic Advances in Gastroenterology**, v. 6, n. 5, p. 358-364, 2013.
- THOMPSON, T. Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 100, n. 11, p. 1389-1396, 2000.
- TORBICA, A.; HADNADEV, M.; DAPČEVIĆ, T. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 6-7, p. 626-32, 2010.
- TORBICA, A.; HADNADEV, M.; HADNADEV, T. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 277-283, 2012.
- TRONCONE, R.; AURICCHIO, S. Rotavirus and celiac disease: clues to the pathogenesis and perspectives on prevention. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 44, n. 5, p. 527-528, 2007.
- VALLONS, K. J. R. et al. High pressure-treated sorghum flour as a functional ingredient in the production of sorghum bread. **European Food Research and Technology**, v. 231, n. 5, p. 711-717, 2010.
- WELANDER, A. et al. Infectious Disease and Risk of Later Celiac Disease in Childhood. **Pediatrics**, v. 125, n. 3, p. e530-e536, 2010.
- WEST, J. et al. Seroprevalence, correlates, and characteristics of undetected coeliac disease in England. **Gut**, v. 52, n. 7, p. 960-965, 2003.

WHITE, L. E. et al. The rising incidence of celiac disease in Scotland. **Pediatrics**, v. 132, n. 4, p. e924-e932, 2013.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

WOODWARD, J. The management of refractory coeliac disease. **Therapeutic Advances in Chronic Disease**, v. 4, n. 2, p. 77-90, 2013.

WRONKOWSKA, M. et al. Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 10, p. 1993-2000, 2010.

WRONKOWSKA, M.; HAROS, M.; SORAL-ŚMIETANA, M. Effect of starch substitution by buckwheat flour on gluten-free bread quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 7, p. 1820-1827, 2013.

YALCIN, S; BASMAN, A. Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1637-1644, 2008a.

YALCIN, S; BASMAN, A. Quality characteristics of corn noodles containing gelatinized starch, transglutaminase and gum. **Journal of Food Quality**, v. 31, n. 4, p. 465-479, 2008b.

ZANDONADI, R. P.; BOTELHO, R. B. A.; ARAÚJO, W. M. C. Psyllium as a substitute for gluten in bread. **Journal of American Dietetic Association**, v. 109, n. 10, p. 1781-1784, 2009.

ZANDONADI, R. P. et al. Green banana pasta: an alternative for gluten-free diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 7, p. 1068-1072, 2012.

ZANONI, G. et al. In celiac disease, a subset of autoantibodies against transglutaminase binds toll-like receptor 4 and induces activation of monocytes. **PLoS Medicine**, v. 3, n. 9, p. 1637-1653, 2006.

ZARKADAS, M. et al. The impact of a gluten-free diet on adults with coeliac disease: results of a national survey. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 19, n. 1, p. 41-49, 2006.

ZIABRO, R. et al. Influence of modified starches on properties of gluten-free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten-free bread. **Food Hydrocolloids**, v. 29, n. 1, p. 68-74, 2012.

ZIABRO, R. et al. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. **Food Hydrocolloids**, v. 32, n. 2, p. 21-220, 2013.

4. CAPÍTULO 2

NEW PERSPECTIVES ON GLUTEN-FREE FOOD PRODUCTS

Capítulo publicado:

AMBONI, Renata de Mello Castanho; NASCIMENTO, Amanda Bagolin; FLATES, Giovanna Medeiros Rataichesk; TEIXEIRA, Evanilda. New Perspectives on Gluten-Free Food Products. In: WALTER, Dane B. **Gluten: Sources, Composition and Health Effects**. New York: Nova Publisher, 2013. cap. 9, p. 143-153.

New Perspectives on Gluten-Free Food Products

Abstract

Gluten is a structural protein composed of a specific amino acid composition. Its protein fractions (gliadin and glutenin) play fundamental roles in forming an unique viscoelastic dough, but their functions are different. When hydrated, gliadins contribute mainly to the viscosity and extensibility of the system, whereas glutenins are responsible for cohesion and elasticity. Therefore, the absence of gluten often results in a liquid pre-baked batter, as well as in baked products with texture, color, and quality problems, with low palatability and sensory acceptance. Also, raw materials frequently used in the processing of gluten-free food products are often not enriched or fortified, usually made from refined flours or starch, which compromises fiber and protein content and other essential nutritional elements for the maintenance of optimal health. Researchers have been trying to overcome such nutritional issues employing pseudocereals such as buckwheat, amaranth, and quinoa as well as sorghum - gluten-free ingredients with high nutritional value - in the manufacture of gluten-free food products. The use of ingredients that replace the viscoelastic properties of gluten on baking gluten-free goods has also been given increasing attention over the years. Among those, hydrocolloids stand out as ingredients considered to be essential in developing baking gluten-free food products, as they can mimic the viscoelastic properties of gluten, to a certain extent; the protein content, by improving structure and gas retention capacity of dough at the same time that improving nutritional values; and utilization of enzymes that are responsible for improving baking product quality in relation to its appearance, volume, and texture. In spite of such experimental advances, the market does not seem to offer such innovations to consumers, who quite often have to choose among a limited availability of gluten-free food products that are mostly made of refined raw materials and present low sensory quality. In this sense, this chapter presents a review of studies on gluten-free food products that employ raw materials with high nutritional value, as well as additives that improve sensory quality, complementing it with research discussing the availability of such products to celiac consumers.

Keywords: Gluten, Products, Availability, Hydrocolloids, Raw Materials.

1. INTRODUCTION

Gluten is a complex structural protein, constituted by a particular composition of amino acids present in wheat. Similar proteins are present in barley (hordein) and in rye (secalin) (VANDER et al., 2003). Its proteic fraction is composed of gliadin and glutenin, that play fundamental yet different roles in the rheological properties of dough. When hydrated, gliadins contribute mainly with viscosity and extensibility of the dough's system, while glutenins are responsible for cohesiveness and elasticity (HOSENEY, 1991; WIESER, 2007).

The formation of the viscoelastic dough is an exclusive rheological characteristic of gluten, which allows the retention of the gas formed during fermentation, yielding a structured product when baked. Such property is essential to the elaboration of high-quality baking products (WIESER, 2007; GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; SCIARINI et al., 2010). The absence of gluten frequently results in a liquid dough prior to baking, as well as in a baked product with texture and color problems and other quality defects, resulting in poor palatability and low sensory acceptance (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; LERNER, 2010).

The difficulties in working with this technological challenge, as well as with the underestimation of the real number of people that have needs for these products, contribute to the restricted number of studies that aim at developing gluten-free baking products. In spite of this, in the last years an increasing interest among the scientific community about this topic can be perceived (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

In general, the raw materials employed in gluten-free products are not enriched/ fortified, including only refined flours or starches. This may compromise the dietary fiber consumption, which is essential to health maintenance (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). A study conducted in a capital of the southern region of Brazil evaluated the universe of gluten-free food products commercially available and identified that the raw materials used for these products were limited to five: rice, cassava, corn, soybean and potato (DO NASCIMENTO et al., 2013).

Nevertheless, some studies try to go around these deficiencies using gluten-free alternatives with high nutritional values such as pseudocereals, sorghum, and even underutilized raw materials like flours from king palm and green banana (CAPERURO; AMAYA-FARFAN; CAMARGO, 2001; CHILLO et al., 2008; ALVAREZ-

JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009; DE SIMAS et al., 2009; MARIOTTI et al., 2009; ONYANGO et al., 2009; DE LA BARCA et al., 2010; ONYANGO et al., 2010; VALLONS et al., 2010; SCHOENLECHNER et al., 2010; WRONKOWSKA et al., 2010; ZANDONADI et al., 2012).

2. ALTERNATIVE RAW MATERIALS WITH HIGH NUTRITIONAL VALUE FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE PRODUCTS

Botanically, amaranth, quinoa and buckwheat are dicotyledonous, therefore are not true cereals (monocotyledonous) (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008; BERGAMO et al., 2011). However, since they produce seeds that are rich in starch just like cereals, they are called “pseudocereals”. Amaranth (*Amaranthus* spp.) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) are Andean grains, while buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) is originally from Central Asia. These grains have an excellent chemical composition: high protein levels – rich in essential amino acids like methionine, lysine, arginine and tryptophan; high levels of unsaturated fats; rich in minerals, specially calcium, magnesium, iron, potassium and zinc; good sources of folate and rich in dietary fibers. These foods also have an important antioxidant potential (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008; ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009; ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010; ALVAREZ-JUBETE et al., 2010; SAKAČ et al., 2011; HAGER et al., 2012).

Even though availability of products based on pseudocereals is still commercially limited, an increased number of studies have researched and successfully reported evidences on the application of these raw materials on the development of gluten-free products like breads, pasta and confectionary products (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010). The feasibility of the substitution, even if partially, of the traditional refined flours (rice, corn, cassava, soybeans) for pseudocereals promotes an improvement of the physical characteristics (rheological and ultrastructural), and of the nutritional aspects, besides retarding staling of the gluten-free products (MARIOTTI et al., 2009).

Both nutritional and baking properties of pseudocereals have been tested (ALVAREZ-JUBETE et al., 2009; ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010; ALVAREZ-JUBETE et al., 2010;

CHLOPICKA et al., 2012; HAGER et al., 2012). There are evidences that suggest that besides being a safe alternative for celiac, the pseudocereals, when used in the substitution of ingredients usually used, such as refined flours and starches, promotes an improvement in the nutritional value of food products, with significant increases in the levels of proteins, unsaturated fats, dietary fibers, minerals such as calcium and iron, and vitamin (ALVAREZ-JUBETE et al., 2009).

Gluten-free breads produced with buckwheat, quinoa and amaranth also show significant antioxidant capacity and larger amounts of total polyphenols in relation to gluten-free breads made with potato starch (ALVAREZ-JUBETE et al., 2010). Besides, the utilization of pseudocereals seems to improve volume and structure of the gluten-free breads (ALVAREZ-JUBETE et al., 2009; ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010; WRONKOWSKA; HAROS; SORAL-ŠMIETANA, 2013).

Breads elaborated with 40 % buckwheat substituting potato starch, besides having identifiable higher antioxidant capacity and levels of phenolic compounds, also had a general sensory acceptance superior to that of gluten-free bread controls, both among celiac and non-celiac judges (WRONKOWSKA et al., 2010). In breads made with a mixture of rice and buckwheat flours in different proportions, the improvement in sensory quality was also identified (TORBICA; HADNAĐEV; DAPČEVIĆ, 2010). The utilization of buckwheat flour in the development of gluten-free breads has shown positive influences also over technological parameters. The addition of buckwheat to gluten-free breads gives them a more attractive color, while retarding staling (WRONKOWSKA; HAROS; SORAL-ŠMIETANA, 2013). Besides, its addition to commercial flours without gluten, improves fermentation properties, which is directly related to bread quality (MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013). Breads and cookies made with amaranth flour, had not only an improved nutritional value, but also showed improvements in rheological characteristics, and received a positive evaluation in sensory acceptance tests (DE LA BARCA et al., 2010; SCHOENLECHNER et al., 2010).

Pseudocereals also have been employed in the development of gluten-free spaghetti. Researchers have tested the performance of mixtures of corn and quinoa flours in the development of a spaghetti-type product and verified that for the product to reach patterns of a homogeneous dough it was necessary to mill the quinoa which meant a protein loss. Regarding viscosity, the quinoa spaghetti had an increased viscosity peak, which is an undesirable characteristic in pasta products

of high quality. However, sensory analysis of the product revealed a good acceptance by non-celiac subjects. The researchers pointed out that the possibility of using mixtures with higher amounts of quinoa flour should not be discarded, even if there is the need to correct its low levels of amylose (CAPERURO; AMAYA-FARFAN; CAMARGO, 2001).

Spaghetti developed with a mixture of amaranth, quinoa, broad bean and chick peas, had equal or lower dry breakage susceptibility and cooking resistance, and higher cooking loss than spaghetti made from durum semolina (control). Besides the nutritional benefits, there were no significant differences in the sensory analysis of this product and a control made with semolina (CHILLO et al., 2008).

Cookies developed with composite flours of rice and buckwheat revealed that these raw materials can be used successfully since the cookies presented nice flavor and acceptable technological quality (TORBICA; HADNAĐEV; HADNAĐEV, 2012). Gluten-free cookies made with the addition of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour, an industrial by product, showed a higher nutritional value with higher levels of dietary fiber and minerals, and satisfactory rheological characteristics. The addition of king palm increased firmness and reduced dough adhesiveness, besides increasing cookie hardness (DE SIMAS et al., 2009). Green banana, also a byproduct of low commercial value, was evaluated as raw material in order to increase the nutritional value of gluten-free products. The addition of green banana dough to pasta products did not interfere in the appearance, aroma, flavor and general quality of the product (ZANDONADI et al., 2012).

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench or *Sorghum vulgare* Pers.) is a safe cereal for celiacs and an interesting alternative for the substitution of wheat flour, because it has a neutral flavor and yields a flour with appearance and color similar to wheat flour, making it a good option for the fabrication of gluten-free products such as breads, cakes, cookies and spaghetti. Even though it is widely consumed in Africa and Asia, it is underutilized for human foods in most developed countries because it is difficult to digest, even after cooking (TAYLOR; SCHOBBER; BEAN, 2006; MESA-STONESTREET; ALAVI; BEAN, 2010).

In spite of being mainly used for feed (TAYLOR; SCHOBBER; BEAN, 2006; MESA-STONESTREET; ALAVI; BEAN, 2010), sorghum has frequently been the raw material of choice in studies that employed technologies to improve rheological properties of gluten-free products, such as enzyme and protein addition (ONYANGO et al., 2009; ONYANGO et al., 2010; SUSANNA; PRABHASANKAR, 2013).

Vallons et al. (2010) researched the effects of using pressure on the development of breads made with sorghum flour and found that when low pressures were applied (≤ 300 MPa), there was an increase in the dough's viscosity and a weakening in the bread's structure. On the other hand, when used with high pressure treatment (≥ 300 MPa) the result was the strengthening and the increased elasticity of the dough. Sourdough has been used in sorghum breads with good results, since it degrades soluble proteins. Degraded, these proteins aggregate and interfere in starches gelatinization creating a bread with high porosity and homogeneity (SCHÖBER; BEAN; BOYLE, 2007).

3. ADDITIVES UTILIZED IN GLUTEN-FREE PRODUCTS

Besides the need to substitute raw materials, over the last few years there has been an increase in studies about ingredients that can mimic the viscoelastic properties of gluten for gluten-free baking products (ARENDETT et al., 2008; YALCIN; BASMAN, 2008a; SCIARINI et al., 2010a).

Among these are hydrocolloids (also called food gums), which are considered essential ingredients for the elaboration of gluten-free baking products because of its capacity to mimic, up to a point, the viscoelastic properties of gluten. They reduce bread staling, improve water bonds increasing its retention and resulting in the overall improvement of the bread's structure, and they can even be used as a fat substitute. In terms of sensory benefits, the use of hydrocolloids affects volume, softness and texture of the products. There are several types of hydrocolloids that differ in their properties and specific functions. Examples of hydrocolloids are the gums guar, xanthan, Arabic, locust bean, alginate, carrageen as well as hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), carboxymethylcellulose (CMC), and others (SCIARINI et al., 2010a; ARENDETT et al., 2008; BEMILLER, 2008; KOHAJDOVÁ; KAROVIČOVÁ, 2009; SCIARINI et al., 2010b).

Other ingredients employed in the formulation of gluten-free products are proteins of different sources, to improve the structure and gas retention properties of the dough and simultaneously benefit the nutritional value of the products. More recently, researchers began to explore the potential of enzymes in the development of new gluten-free food products, where they are responsible for the improvement of baked products in appearance, volume and texture (SCIARINI et al., 2010a; ARENDETT et al., 2008).

The accomplishment of each hydrocolloid, enzyme and added protein seems to be related to the raw material here they are used. Hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) was tested in buckwheat breads without gluten. The utilization of HPMC reduced the diffusion and water loss in the bread crumb, and it limited the interactions between starch and proteins, resulting in a gluten-free bread with a soft crumb and slower staling process during storage. Besides, HPMC improved all the rheofermentographic indexes such as loaf height and capacity of production and retention of CO₂ (MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013).

In a study that compared the effects of different hydrocolloids (xanthan gum and propylene glycol alginate) on the rheological properties and breadmaking performance of rice-buckwheat batter, it was observed that their utilization improved the characteristics of the bread. However, the propylene glycol alginate seemed to promote promising results in the production of rice-buckwheat bread of high quality. The propylene glycol alginate had important effects on the specific volume, mechanical properties and structure of the crumb besides improving the rheology of the bread's batter (PERESSINI; PIN; SENSIDONI, 2011).

Mezaize et al. (2009) researched which would be the best formulation for a gluten-free bread to be similar to a traditional French bread. The authors tested the effects of the hydrocolloids carboxymethylcellulose (CMC), guar gum, HPMC and xanthan gum in breads with buckwheat and identified the product most similar to French bread to be the one that used 1,9 % guar gum and 5 % buckwheat flour. In other studies where the main raw material was rice flour, the HPMC hydrocolloid seemed to have the best performance (GUJRAL et al., 2003; MARCO; ROSELL, 2008).

Marco and Rosell (2008) tested the effects of isolated soybean protein, hydroxypropylmethylcellulose hydrocolloid and transglutaminase (TG) enzyme addition in rice breads without gluten. The presence of isolated soybean protein impaired the specific volume of the bread. The TG did not affect this property. TG was responsible for the increase in the crumb's firmness and for yielding a more spongy texture, similar to wheat bread.

Also, in gluten-free breads, Gujral et al. (2003) evaluated the effect of the enzyme cyclodextrin glycosyl transferase (CGTase) and of the hydrocolloid HPMC on the rheology of doughs and quality of breads. The results showed that both the enzyme's utilization and the HPMC affected the product's quality. The addition of HPMC increased

the consistency of the dough, while the CGTase had the opposite effect. Both additives favored volume increase. The authors concluded that it was possible to obtain a rice bread without gluten and with good specific volume and soft crumb texture after the addition of CGTase.

Considering these facts, the presence of HPMC seems to be very important in foam formation, especially in matrixes that are submitted to mixtures of high velocity. As in gluten-free products, the gas retention capacity during fermentation is very sensitive. The presence of air cells increases the retention of gas, improving the cooking performance of starches and starchy flours (MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013).

While the addition of the enzymes Transglutaminase and Cyclodextrine glycosyl transferase promotes improvements in the rheology of the rice doughs (GUJRAL et al., 2003; MARCO; ROSELL, 2008), the addition of alpha-amylase to sorghum gluten-free breads seems to be inadequate. In this raw material, the enzyme produces high adhesiveness of the crumb, reducing the overall quality of the bread (ONYANGO et al., 2010). Addition of different sources of protein (skim milk powder, egg white, soy protein isolate and soy protein concentrate) was also tested in sorghum gluten-free breads. The comparison of the treatments showed that the gluten-free bread with addition of egg whites had a less firm crumb, longer time for staling and higher specific volume (ONYANGO et al., 2009).

Psyllium (*Plantago ovate Forsk*), is a seed that contains functional hydrocolloids which is a rich source of natural soluble dietary fiber (RAHAIE et al., 2012), has also been used in the elaboration of gluten-free breads. The use of psyllium fiber seems to improve the physical properties of the dough of gluten-free products, at the same time that forms a structure similar to a film (MARIOTTI et al., 2009).

Zandonadi, Botelho and Araújo (2009) elaborated a gluten-free bread using potato starch (45.14 %), corn starch (33.22 %), rice cream (18.56 %) and psyllium (3.08 %). According to the researchers, when compared to a control product, the bread with psyllium had lower levels of fat and energy. In the sensory analysis, the product was evaluated by 70 judges (35 celiac) and obtained good acceptance score in all the attributes (color, odor, taste, texture, and global acceptance) by both groups when compared to the control.

In rice pasta (YACIN; BASMAN, 2008a) and in corn pasta (YALCIN; BASMAN, 2008b), the addition of the hydrocolloids xanthan and locus bean gums, and of the transglutaminase (TG) enzyme resulted in benefits to the products, pasta sensory improvements, reduction in cooking losses, water absorption and volume increase were

more adequate. Xanthan gum gave the best results for both types of pasta.

Addition of hydrocolloids to rice flour cakes without gluten has also been recommended since they give more uniform structure (RONDA et al., 2009; TURABI; SUMNU; SAHIN, 2010) and reduce weight (SUMNU et al., 2010). Xanthan gum has given the best benefits, producing cakes with smaller pores, homogeneously distributed (TURABI; SUMNU; SAHIN, 2010), with higher water retention which resulted in higher viscosity, higher gas retention and therefore, larger volume and a more positive effect on texture and on the characteristics of the crumb (RONDA et al., 2009). The utilization of mixtures of xanthan gum and guar gum have also been recommended for retarding staling in gluten-free cakes made with rice flour (SUMNU et al., 2010).

In cookies formulated with rice flour, buckwheat flour (10 %, 20 % or 30 %), and with the addition of carboxymethylcellulose, the doughs with CMC and buckwheat flour content of 20 % and 30 %, resulted in similar strength and extensibility as in wheat cookie doughs. The results of the physical and sensory evaluation of gluten-free cookies showed that buckwheat addition led to a decrease in cookie hardness and fracturability and an increase in eccentricity (deformation from regular shape) as well as the overall acceptability, as evaluated by untrained panelists (HADNAĐEV; TORBICA; HADNAĐEV, 2013).

4. AVAILABILITY OF GLUTEN-FREE PRODUCTS THAT USE ALTERNATIVE RAW MATERIALS AND NEW TECHNOLOGIES

Even though several recent studies have reported the benefits of using pseudocereals in gluten-free formulations, as well as the improvements promoted by the use of additives, the commercial availability of these products continues to be limited (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010; DO NASCIMENTO et al., 2013). Do Nascimento et al. (2013) did not identify the presence of raw materials or additives that could improve the nutritional and sensory values in commercially available gluten-free food products such as pseudocereals, hydrocolloids or enzymes. Such a situation results in commercially available gluten-free products with low quality and little mouth-feel and flavor (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Historically, the nutrition counseling for celiac disease has focused on the foods that should be avoid in a gluten-free diet

(SEGURA; ROSELL, 2011) and little attention is given to the nutritional and sensory aspects of those products. This result in low satisfaction by celiac individuals regarding gluten-free products (SVERKER; HENSING; HALLERT, 2005; ZARKADAS et al., 2006; ARAÚJO; ARAÚJO, 2011; BRAVO; MUNÓZ, 2011), further compromised by the limited availability of gluten-free food products (LEE et al., 2007; SINGH; WHELAN, 2011). The increase in availability of food products without gluten made from raw materials rich in nutrients, represents a significant advance to assure a nutritional diet adequate to individuals with celiac disease (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010).

5. CONCLUSION

The studies related in this chapter, demonstrates that the utilization of gluten-free non-traditional sources such as pseudocereals, psyllium, green banana dough, King palm flour and sorghum, represents an important potential in the development of food products without gluten, at the same time that provide improvements in the nutritional value and superior physical and sensory characteristics to the products. The use of hydrocolloids, enzyme and proteins, seem to positively influence the final quality of the product, even if they present different functions according to the raw material used.

In spite of all the potentials presented by those raw materials and by the use of the additives related above, the availability of gluten-free products with an adequate nutritional value and that utilize more advanced technologies, continues to be limited. This situation confirms that even if there is research about this topic, the advances identified do not reach the celiac individuals. An improvement in the nutritional and sensory quality of the gluten-free food products is fundamental for the adequate treatment of people with celiac disease.

REFERENCES

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, Suplemento 4, p. 240-257, 2009.

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free

ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 106-113, 2010.

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. **European Food Research and Technology**, v. 230, n. 3, p. 437-445, 2009.

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. E. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 770-778, 2010.

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, n. 1, p. 105–109, 2011.

ARENDDT, E. K. et al. Gluten-free breads. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 13, p. 289-319.

BEMILLER, J. N. Hidrocolloides. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap.9, p. 203-215.

BERGAMO, P. et al. Immunological evaluation of the alcohol-soluble protein fraction from gluten-free grains in relation to celiac disease. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 55, n. 8, p. 1266-70, 2011.

BRAVO, F. M.; MUÑOZ, M. P. Adherencia e impacto de la dieta sin gluten en niños con enfermedad celíaca. **Revista Chilena de Pediatría**, v. 82, n. 3, p. 191-197, 2011.

CAPERUTO, L. C.; AMAYA-FARFAN, J.; CAMARGO, C. R. O. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 1, p. 95-101, 2001.

CHILLO, S. et al. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. **Journal of Food Engineering**, v. 84, n. 1, p. 101-107, 2008.

- CHLOPICKA, J. et al. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. **LWT - Food Science and Technology**, v. 46, n. 2, p. 548-55, 2012.
- DE LA BARCA, A. M. C. et al. Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 65, n. 3, p. 241-246, 2010.
- DE MESA-STONESTREET, N. J.; ALAVI, S.; BEAN, S. R. Sorghum proteins: the concentration, isolation, modification, and food applications of kafirins. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 5, p. R90-R104, 2010.
- DE SIMAS, K. N. et al. Effect of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 531-538, 2009.
- DO NASCIMENTO, A. B. et al. Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 217-222, 2013.
- GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, n. 3-4, p.143-152, 2004.
- GUJRAL, H. S. et al. Effect of cyclodextrins on dough rheology and bread quality from rice flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 1, p. 3814-3818, 2003.
- HADNAĐEV, T. R.; TORBICA, A. M.; HADNAĐEV, M. S. Influence of buckwheat flour and carboxymethyl cellulose on rheological behaviour and baking performance of gluten-free cookie dough. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 7, p. 1770-1781, 2013.
- HAGER, A. S. et al. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v. 56, n. 2, p. 239-247, 2012.

HOSENEY, R. C. **Principios de ciencia y tecnología de los cereales**. Zaragoza: Acribia, 1991.321p.

KOHAJDOVÁ, Z.; KAROVIČOVÁ, J. Application of hydrocolloids as baking improvers. **Chemical Papers**, v. 63, n. 1, p. 26-38, 2009.

LEE, A. R. et al. Economic burden of a gluten-free diet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 20, n. 5, p. 423-430, 2007.

LERNER, A. New therapeutic strategies for celiac disease. **Autoimmunity Reviews**, v. 9, n. 3, p. 144-147, 2010.

MARCO, C.; ROSELL, C. M. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. **European Food Research and Technology**, v. 227, n. 4, p. 1205-1213, 2008.

MARIOTTI, M. et al. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v. 42, n. 8, p. 963-975, 2009.

MARIOTTI, M.; PAGANI, M. A.; LUCISANO, M. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 1, p. 393-400, 2013.

MEZAIZE, S. et al. Optimization of gluten-free formulations for French-style breads. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 1, p. E140-47, 2009.

ONYANGO, C. et al. Creep-recovery parameters of gluten-free batter and crumb properties of bread prepared from pregelatinised cassava starch, sorghum and selected proteins. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 12, p. 2493-2499, 2009.

ONYANGO, C. et al. Batter rheology and bread texture of sorghum-based gluten-free formulations modified with native or pregelatinised cassava starch and α -amylase. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 6, p. 1228-1235, 2010.

PERESSINI, D.; PIN, M.; SENSIDONI, A. Rheology and breadmaking performance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 340-349, 2011.

RAHAIE, S. et al. Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for the production of healthy-functional bread: a review. **Journal of Food Science and Technology**, 2012. (in press).

RONDA, F. et al. Improvement of quality of gluten-free layer cakes. **Food Science and Technology International**, v. 15, n. 2, p. 193-202, 2009.

SAKAČ, M. et al. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours. **Food Research International**, v. 44, n. 9, p. 2806-13, 2011.

SCHOBER, T. J.; BEAN, S. R.; BOYLE, D. L. Gluten-free sorghum bread improved by souldough fermentation - biochemical, rheological, and microstrutural background. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5137-5146, 2007.

SCHOENLECHNER, R.; SIEBENHANDL, S.; BERGHOFER, E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 7, p. 149-190.

SCHOENLECHNER, R. et al. Effect of water, albumen and fat on the quality of gluten-free bread containing amaranth. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 4, p. 661-669, 2010.

SCIARINI, L. S. et al. Influence of gluten-free flours and their mixtures on batter properties and bread quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, p. 577-585, 2010a.

SCIARINI, L. S. et al. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 2306-2312, 2010b.

SEGURA, M. E. M.; ROSELL, C. M. Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, n. 3, p. 224–230, 2011.

SINGH, J.; WHELAN, K. Limited availability and higher cost of gluten-free foods. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 24, n. 5, p. 479-486, 2011.

SUMNU, G. et al. The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 87–93, 2010.

SUSANNA, S.; PRABHASANKAR, P. A study on development of Gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 613-621, 2013.

SVERKER, A.; HENSING, G.; HALLERT, C. “Controlled by food” – lived experiences of celiac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 18, n.3, p. 171-180, 2005.

TAYLOR, J. R. N.; SCHOBER, T. J.; BEAN, S. R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. **Journal of Cereal Science**, v. 44, n. 3, p. 252-271, 2006.

TORBICA, A.; HADNAĐEV, M.; DAPČEVIĆ, T. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 6-7, p. 626–32, 2010.

TORBICA, A.; HADNAĐEV, M.; HADNAĐEV, T. Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 277-283, 2012.

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 ovens. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 8, p. 755-62, 2010.

VALLONS, K. J. R. et al. High pressure–treated sorghum flour as a functional ingredient in the production of sorghum bread. **European Food Research and Technology**, v. 231, n. 5, p. 711-717, 2010.

VANDER, L. W. et al. Characterization of celiac toxicity for celiac disease patients based on protein homology in grains. **Gastroenterology**, v. 125, n. 4, p. 1105-1113, 2003.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

WRONKOWSKA, M. et al. Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat-enhanced gluten-free bread. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 10, p. 1993-2000, 2010.

WRONKOWSKA, M.; HAROS, M.; SORAL-ŚMIETANA, M. Effect of starch substitution by buckwheat flour on gluten-free bread quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 7, p. 1820-1827, 2013.

YALCIN, S; BASMAN, A. Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1637-1644, 2008a.

YALCIN, S; BASMAN, A. Quality characteristics of corn noodles containing gelatinized starch, transglutaminase and gum. **Journal of Food Quality**, v. 31, n. 4, p. 465-479, 2008b.

ZANDONADI, R. P.; BOTELHO, R. B. A.; ARAÚJO, W. M. C. Psyllium as a substitute for gluten in bread. **Journal of American Dietetic Association**, v. 109, n. 10, p. 1781-1784, 2009.

ZANDONDI, R. P. et al. Green banana pasta: an alternative for gluten-free diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 7, p. 1068-1072, 2012.

ZARKADAS, M. et al. The impact of a gluten-free diet on adults with coeliac disease: results of a national survey. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 19, n. 1, p. 41-49, 2006.

5. CAPÍTULO 3

ANALYSIS OF INGREDIENT LISTS OF COMMERCIALY AVAILABLE GLUTEN-FREE AND GLUTEN-CONTAINING FOOD PRODUCTS USING THE TEXT MINING TECHNIQUE

Artigo Publicado:

NASCIMENTO, A. B.; FIATES, G. M. R.; DOS ANJOS, A.; TEIXEIRA, E. Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 217-222, 2013.

Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique

ABSTRACT: Ingredients mentioned on the labels of commercially available packaged gluten-free and similar gluten-containing food products were analyzed and compared, using the text mining technique. A total of 324 products' labels were analyzed for content (162 from gluten-free products), and ingredient diversity in gluten-free products was 28 % lower. Raw materials used as ingredients of gluten-free products were limited to five varieties: rice, cassava, corn, soy, and potato. Sugar was the most frequently mentioned ingredient on both types of products' labels. Salt and sodium also were among these ingredients. Presence of hydrocolloids, enzymes or raw materials of high nutritional content such as pseudocereals, suggested by academic studies as alternatives to improve nutritional and sensorial quality of gluten-free food products, was not identified in the present study. Nutritional quality of gluten-free diets and health of celiac patients may be compromised.

Keywords: Nutritional Content; Raw Material; Celiac Disease; Pseudocereals, Labels.

1. INTRODUCTION

Celiac Disease is an immune-mediated systemic disorder elicited by gluten and related prolamines in genetically susceptible individuals and characterized by the presence of a variable combination of gluten-dependent clinical manifestations, CD-specific antibodies, HLA-DQ2 or HLA-DQ8 haplotypes, and enteropathy. CD-specific antibodies comprise autoantibodies against TG2, including endomysial antibodies, and antibodies against deamidated forms of gliadin peptides (HUSBY et al., 2012).

Several longitudinal studies have brought to light an increase in the occurrence of such disease, estimating that approximately 1 % of world population is afflicted by it, including also the population of developing countries (LOHI et al., 2007; FASANO et al., 2008; LUDVIGSSON; GREEN, 2011).

A gluten-free diet is the only possible treatment for celiac disease. Gluten restriction will improve the symptoms and intestinal tissue abnormalities, enhance quality of life of celiac people and likely reduce mortality (LUDVIGSSON; GREEN, 2011). Due to the need of gluten restrictions in celiac diet, since 2003 the Brazilian government has enacted a bill mandating that all industrialized foods add to their labels the information 'contains gluten' or 'gluten-free', according to each case (BRASIL, 2003).

As the disease occurrences rise, research interests in developing new technologies and new gluten-free food products have also become increasingly frequent, with the common goal of answering the demands of an emerging market (MARIOTTI et al., 2009; MEZAIZE et al., 2009; HAN; JANZ; GERLAT, 2010). Due to the fact that gluten is a structural protein with exclusive viscoelastic properties, its substitution in baking goods poses an enormous technological challenge. Gluten is responsible for the elasticity and viscosity in dough, promoting gas retention and providing a structured final product after baking (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; SCIARINI et al., 2010a). Consequently, its removal may result in products with low palatability and acceptance (LERNER, 2010). In this context, researchers have been trying to overcome such limitations employing alternative ingredients that could mimic gluten properties, such as hydrocolloid agents (e.g. hydroxypropyl methylcellulose, xanthan gum, guar gum and locust bean gum) and enzymes such as transglutaminases and cyclodextrin glycosyl transferase (YALCIN; BASMAN, 2008; RONDA et al., 2009; SCIARINI et al., 2010a; SCIARINI et al., 2010b; SUMNU et al., 2010).

Regarding raw materials employed in the elaboration of gluten-free food products, different authors have suggested the use of pseudocereals such as buckwheat, amaranth and quinoa; they represent a safe option concerning gluten absence while improving product's nutritional content, since they are rich in dietary fibre, protein and unsaturated fatty acid (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009; SATURNI; FERRETTI; BACCHETTI, 2010).

The processing of gluten-free food products demands a number of modifications in their ingredient composition, but studies investigating the nutritional quality of such products are scarce (THOMPSON, 1999; THOMPSON, 2000; CAPONIO et al., 2008; SEGURA; ROSELL, 2011). Furthermore, although there appears to exist an academic concern about improving gluten-free food product characteristics (RONDA et al., 2009; SCIARINI et al., 2010b; SUMNU et al., 2010), studies on celiac consumers have consistently found a low degree of satisfaction with products currently available in the market (ZARKADAS et al., 2006; ARAÚJO; ARAÚJO, 2011). This may indicate that scientific innovation has not yet reached the final consumer.

Knowing the exact ingredients of gluten-free food products available to celiac consumers is extremely important when planning a diet for such population. Also, comparison with similar gluten-containing products could evidence if similarities and differences between the diet composition of celiac and non-celiac persons are restricted to the mere presence/absence of gluten. In this sense, the objective of the present study was to conduct a descriptive analysis of the ingredients contained in gluten-free food products available in the capital of Brazilian Province, Santa Catarina, and compare them with the ingredients of similar gluten-containing products.

2. METHOD

2.1 SELECTION AND CONTENT ANALYSIS OF LISTED INGREDIENTS ON GLUTEN-FREE AND GLUTEN-CONTAINING FOOD PRODUCTS' LABELS

Florianópolis, the city where the study was conducted, is the capital of Santa Catarina Province. The city hosts a regional branch of the Brazilian Celiac Association (Associação dos Celíacos do Brasil – ACELBRA-SC). The association regularly publishes, online, lists of trustworthy retailer establishments of gluten-free food products. All nine

retailers listed by the Association in Florianopolis were sent presentation letters (three supermarkets and six health-food stores). Only the establishments whose managers signed consent forms were surveyed.

In Brazil, since January 1998, packaged food products' ingredient labelling is mandatory. Ingredients must be listed on package labels in decreasing quantity order (BRASIL, 1998). This information was retrieved from all identified gluten-free products in the participating establishments. Products considered in the present study were not the ones naturally gluten-free (such as fruits, eggs, potatoes), but the ones where wheat was replaced by substitute raw materials (such as corn, rice, cassava, amaranth, quinoa).

In order to compare the ingredients used in gluten-free food products with the ones used in gluten-containing products, a systematic selection of information on ingredient lists of packaged gluten-containing products was performed.

2.2 STATISTICAL ANALYSIS

Analysis of the ingredient lists from labelled packaged products was performed through the text mining (tm) technique with the tm package (FEINERER, 2011) of the R open source software (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

Tm can be broadly defined as knowledge-intensive process in which a user interacts with a document collection over time by using a suite of analysis tools. Tm seeks to extract useful information from data sources through the identification and exploration of interesting patterns. The data sources are document collections, and interesting patterns are found not among formalized database records but in the unstructured textual data in the documents in these collections (FELDMAN; SANGER, 2007).

Data collected from products' labels (ingredient lists) were processed prior to analysis with the removal of numbers, punctuation, removal of cap-sized letters and blank spaces. Compound nouns were rewritten as a single word, e.g: 'soy flour' became 'soyflour'. For both product types (gluten-containing and gluten-free), association degrees between terms and most frequent ingredients were obtained.

3. RESULTS

Data collection took place between February and May 2011. Eight out of nine invited retail stores agreed to participate. Among them,

162 gluten-free food products were identified, such as bread, cake mix, snacks, biscuits, energy bars, granola, chocolate, pasta and cake. For each gluten-free product, a gluten-containing counterpart had its ingredient list analyzed, adding up to a total of 324 product's labels from both gluten-containing and gluten-free products.

Regarding the variety of terms corresponding to ingredients used in gluten-free and gluten-containing product types, the number found in gluten-free products was 28 % lower. Text analysis identified the 20 most frequent terms on gluten-containing and gluten-free products' labels (Table 1). Twelve of those terms corresponded to ingredients found in both product types. Sugar was the most frequently found ingredient in both product types. Other frequently found terms/ingredients in both types of product were *bicarbonate*, *milk*, *salt*, *soy lecithin*, *whole-grain*, *flavour*, *yeast*, *cocoa*, *emulsifier* and *chemical*. Most frequently found terms/ingredients only on gluten-free products were *rice flour*, *egg*, *cassava fecula*, *natural corn starch*, *soy flour*, *rice* and *vanilla*. Most frequent terms/ingredients which have appeared exclusively on gluten-containing products were *wheat flour*, *iron*, *folic acid*, *hydrogenated vegetable fat*, *ammonium*, *stabilizers* and *whey*.

Table 1 - Twenty most frequently occurring terms in gluten-free and gluten-containing food products

Term/ingredient	Gluten-free products frequency	Gluten-containing products frequency
Folic acid	0	108
Sugar	113	184
Corn starch	39	0
Ammonium	0	51
Flavor	39	72
Rice	27	0
Vanilla	24	0
Bicarbonate	52	125
Cocoa	51	58
Emulsifier	34	57
Stabilizer	0	49
Rice flour	62	0
Soy flour	34	0
Wheat flour	0	139
Cassava fecula	49	0
Yeast	48	64
Iron	0	109
Fortified	0	106
Hydrogenated vegetable fat	0	85
Whole-grain	53	76
Lecithin	47	95
Milk	35	126
Natural	45	0
Egg	57	0
Chemical	32	45
Salt	45	101
Sodium	51	122
Whey	0	45

The way in which the 10 most frequent terms present in gluten-free and gluten-containing products are associated between themselves, considering a correlation higher than 0.2, is presented in Figures 1 and 2. Lines between words (terms) represent the existence of association between them - thicker lines correspond to higher association scores.

Figure 1 - Association among the 10 most frequent terms with correlations higher than 0.2 in gluten-containing products

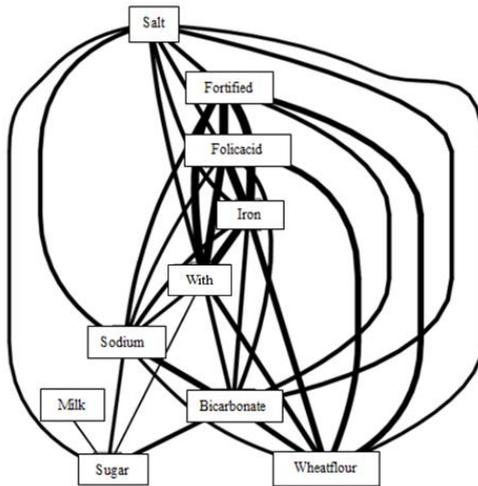
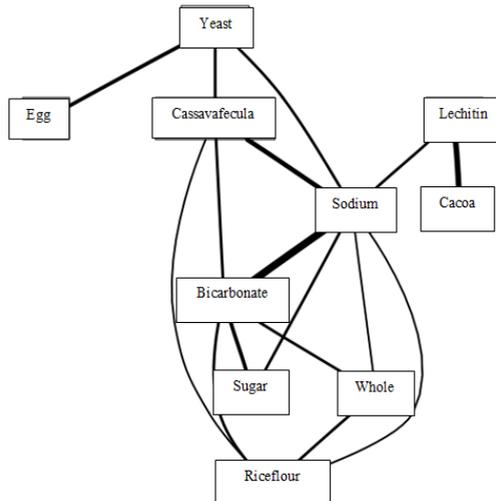


Figure 2 - Association among the 10 most frequent terms with correlations higher than 0.2 in gluten-free products



When only the ingredients present in at least 25 % of analyzed products' labels were considered, it was observed that among gluten-free food products terms/ingredients found were *sugar, bicarbonate, cocoa, rice flour, cassava fecula, yeast, whole-grain, lecithin, natural, egg, salt* and *sodium*. Among gluten-containing counterparts, the same terms/ingredients were found, plus one: *whey*.

When the analysis of ingredients present in at least 50 % of the gluten-free products was performed, only one ingredient was identified, *sugar*. But among gluten-containing products, the following terms/ingredients were found: *sugar, wheat flour, fortified, folic acid, iron, bicarbonate, hydrogenated vegetable oil, lecithin, milk, salt* and *sodium*.

Associations between terms were also identified and are presented in Table 2.

Regarding the raw materials used in gluten-free products, only five varieties were identified: rice, cassava, corn, soy and potato. Rice flour was the most frequently occurring ingredient, followed by cassava fecula, corn starch, soy flour, rice, potato fecula and corn flour.

Table 2 - Identified associations among terms, for gluten-containing and gluten-free food products

Product	Term	Terms with strong or moderate association				
Gluten-free food products	Whole-grain	Soy flour 0,43			Milk 0,33	
	Natural	Food coloring 0,52	Flavor 0,50	Sweetener 0,48	Refined salt 0,39	Corn 0,37
		Soy extract 0,34	Butter 0,34	Cocoa mass 0,34	Polydextrose 0,34	Palm oil 0,33
	Bicarbonate	Sodium 0,79			Ammonium 0,63	
	Whole-grain	Cocoa mass 0,35		Dehydrated 0,35	Milk 0,34	
Gluten-containing food products	Bicarbonate	Ammonium 0,86	Sodium 0,71	Yeast 0,64	Chemical 0,64	Wheat flour 0,56
		Stabilizer 0,54	Iron 0,54	Corn starch 0,52	Fortified 0,52	Folic acid 0,51

Legend: 1,0~0,69 strong association; 0,69~0,3 moderate association

4. DISCUSSION

This study proposed an innovative approach of comparing the composition of commercially available packaged gluten-free food products with gluten-containing counterparts by using the tm technique to analyze the terms/ingredients mentioned on labels.

Historically, nutritional counselling for celiac patients has been focused on what should be avoided in their diets, and little importance has been devoted to what was actually being consumed by those patients as long as it was gluten-free. Consequently, studies that discuss the nutritional content of gluten-free foods are scarce (THOMPSON, 1999, THOMPSON, 2000; CAPONIO et al., 2008; SEGURA; ROSELL, 2011).

Tm analysis identified that the number of terms/ingredients in gluten-free food products was 28 % lower than in gluten-containing products. This may indicate that a lower diversity of ingredients is being employed in the formulation of gluten-free food products, when compared with their gluten-containing counterparts.

Tm has evidenced sugar as the most frequently occurring ingredient in both product types (296 times on the 324 analyzed labels). Sodium and salt also were among the most frequently occurring ingredients. Several authors have pointed out the presence of high amounts of sugar, salt and sodium in industrialized products (SARNO et al., 2009; POWELL et al., 2011), associating the habitual intake of such foods to the development of chronic diseases (MALIK; SHULZE; HU, 2006; LAWRENCE et al., 2011). For this reason the Global strategy on diet, physical activity and health (2004) recommends the implementation of governmental actions to encourage the reduction of such ingredients in foods and drinks, as well as the cooperation of the food industry to achieve such a goal (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004).

Although sodium and salt were among the 20 most frequent ingredients on gluten-free food products' labels, and also in at least 25 % of gluten-free food products, their frequency was 60 % lower than in gluten-containing counterparts. Therefore, gluten-free products appear to contain such ingredients in smaller amounts in their composition when compared with gluten-containing products.

Another ingredient that stood out among the 20 most frequent terms in both product types was milk. Considering that a great deal of the population inflicted with celiac disease is also lactose intolerant (OJETTI et al., 2005), it would be desirable that such an ingredient was

not part of the formulation of these products. Even if the presence of milk was not observed among the most frequent ingredients of the first quartile (25 %) of gluten-free food products, its presence on such products may limit even more food choices of those celiac patients who are also lactose intolerant.

The remaining most frequently observed terms/ingredients present in both product types are considered by Brazilian regulations as food additives (with the exception of cocoa). In other words, they are ingredients added to food with no nutritional purpose in order to modify the physical, chemical, biological or sensorial characteristics of food (BRASIL, 1998).

Analyzing the five raw materials used in substitution to wheat flour in the gluten-free food products investigated, results are in accordance with studies which mention that gluten-free food products are elaborated with non-fortified refined raw materials (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; NIEWINSKI, 2008). This practice results in products with low contents of B-complex vitamins, iron, folate and dietary fibre when compared with their gluten-containing counterparts (THOMPSON, 2000; YAZYNNINA et al., 2008).

In Brazil, fortification of wheat and corn flours with iron and folic acid is mandatory, as a strategy of reducing high population rates of anaemia and diseases related to folic acid deficiency (BRASIL, 2002). However, the mandatory fortification is not extended to flours usually utilized in the formulation of gluten-free products, leaving this population unprotected.

In spite of the advantages mentioned in the literature regarding the use of pseudocereals such as amaranth, quinoa, or buckwheat (ALVAREZ-JUBETE et al., 2009; SATURNI et al., 2010), gluten-free food products containing such ingredients were not found in the present research.

Terms frequently found both among gluten-containing and gluten-free food products suggest that both product types follow similar manufacturing patterns, and the concern with quality and safety of gluten-free food products is limited to the fact that raw materials must be gluten-free.

5. CONCLUSIONS

High frequencies of sugar, salt and sodium were identified in both types of products. Identification of the most frequent terms/ingredients present in gluten-containing and gluten-free products

suggests that the concern with quality and safety of gluten-free food products is limited to use of gluten-free raw materials.

Improvements in the nutritional and sensorial quality of gluten-free food products proposed by academic researchers with the use of raw materials of high nutritional content such as, for example, pseudocereals, as well as the utilization of hydrocolloids and enzymes, were not identified. Evaluated food products were elaborated with traditional, refined, non-fortified five raw materials, a situation that may compromise dietary intake of fibre and other important nutrients for the maintenance of good health among celiac patients.

Declaration of interest: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper. AB Nascimento receives a scholarship from FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina.

REFERENCES

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, Supl 4, p. 240-257, 2009.

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, n. 1, p. 105–109, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. **Portaria nº 42 de 14 de janeiro de 1998**. Aprova o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/42_98.htm.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002**. Aprova regulamento técnico para a fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/344_02rdc.htm

BRASIL. Lei n. 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=5854>.

CAPONIO, F. et al. Evaluation of the nutritional quality of the lipid fraction of gluten-free biscuits. **European food research and technology**, v. 227, n. 1, p. 135–139, 2008.

FASANO, A. et al. Federation of International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus Report on Celiac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 47, n. 2, p. 214-219, 2008.

FEINERER, I. **Text Mining Package**. R package version 0.5-6. 2011.

FELDMAN, R.; SANGER, J. **The Text Mining Handbook**: Advanced approaches in analyzing unstructured data. New York: Cambridge University Press, 2007. 410 p.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, n. 3-4, p.143-152, 2004.

HAN, J. J.; JANZ, J. A. M.; GERLAT, M. Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 627–633, 2010

HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.

LAWRANCE, J. A. et al. The importance of population wide sodium reduction as a mean to prevent cardiovascular disease and stroke: a call to action from the American Heart Association. **Circulation**, v. 123, n. 10, p. 1138-1143, 2011.

LERNER, A. New therapeutic strategies for celiac disease. **Autoimmunity Reviews**, v. 9, n. 3, p. 144-147, 2010.

- LOHI, S. et al. Increasing prevalence of coeliac disease over time. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 25, n. 9, p. 1217-1225, 2007.
- LUDVIGSSON, J. F.; GREEN, P. H. R. Clinical management of coeliac disease. **Journal of Internal Medicine**, v. 269, n. 6, p. 560-571, 2011.
- MALIK, V. S.; SHULZE, M. B.; HU, F. B. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 2, p. 274-288, 2006.
- MARIOTTI, M. et al. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v. 42, n. 8, p. 963-975, 2009.
- MEZAIZE, S. et al. Optimization of gluten-free formulations for French-style breads. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 1, p. E140-47, 2009.
- NIEWINSKI, M. M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. **Journal of American Dietetic Association**, v. 108, n. 4, p. 661-672, 2008.
- OJETTI, V. et al. High prevalence of celiac disease in patients with lactose intolerance. **Digestion**, v. 71, n. 2, p. 106-110, 2005.
- POWELL, L. et al. Trends in the nutritional content of television food advertisements seen by children in the United States. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**, v. 165, n. 12, p. 1078-1086, 2011.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2011. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- RONDA, F. et al. Improvement of quality of gluten-free layer cakes. **Food Science and Technology International**, v. 15, n. 2, p. 193-202, 2009.
- SARNO, F. et al. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2002-2003. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p. 219-225, 2009.

SATURNI, L.; FERRETTI, G.; BACCHETTI, T. The gluten-free diet: safety and nutritional quality. **Nutrients**, v. 2, n. 1, p.16-34, 2010.

SCIARINI, L. S. et al. Influence of gluten-free flours and their mixtures on batter properties and bread quality. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, p. 577–585, 2010a.

SCIARINI, L. S. et al. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 2306–2312, 2010b.

SEGURA, M. E. M.; ROSELL, C. M. Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, n. 3, p. 224–230, 2011.

SUMNU, G. et al. The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 87–93, 2010.

THOMPSON, T. Thiamin, riboflavin, and niacin contents of the gluten-free diet: Is there cause for concern? **Journal of the American Dietetic Association**, v. 99, n. 7, p. 858-862, 1999.

THOMPSON, T. Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 100, n. 11, p. 1389-1396, 2000.

YALCIN, S; BASMAN, A. Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1637-1644, 2008.

YAZYYNINA, E. et al. Low folate content in gluten-free cereal products and their main ingredients. **Food Chemistry**, v. 111, n. 1, p. 236-242, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global strategy on diet, physical activity and health. Fifty-seventh world health assembly. . 2004. Disponível em:

http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf

ZARKADAS, M. et al. The impact of a gluten-free diet on adults with coeliac disease: results of a national survey. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 19, n. 1, p. 41–49, 2006.

6. CAPÍTULO 4

DISPONIBILIDADE, CUSTO E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE PRODUTOS SEM GLÚTEN NO BRASIL

Artigo aceito para publicação:

NASCIMENTO, A. B.; FIATES, G. M. R.; DOS ANJOS, A.; TEIXEIRA, E. Availability, cost and nutritional composition of gluten-free products in Brazil. **British Food Journal**, 2014.

Disponibilidade, custo e composição nutricional de produtos sem glúten no Brasil

Resumo

Propósito: a dieta sem glúten é o único tratamento disponível para a doença celíaca, porém estudos a respeito da composição nutricional de produtos sem glúten e da qualidade da dieta de indivíduos afetados pela doença são escassos. Assim, este estudo avaliou a disponibilidade, o preço e a composição nutricional de produtos sem glúten disponíveis em estabelecimentos comerciais de uma capital brasileira.

Metodologia: um levantamento dos produtos alimentícios sem glúten em todos os estabelecimentos comerciais indicados pela Associação dos Celíacos do Brasil como pontos de venda de produtos sem glúten foi realizado. Todos os produtos disponíveis foram catalogados e o conteúdo nutricional dos rótulos foi analisado. Produtos convencionais (contendo glúten) similares aos sem glúten foram selecionados sistematicamente de modo a possibilitar a comparação. Foram realizados Teste t, Análise de Covariância e Análise de agrupamento, todos considerando um nível de significância de 5 %.

Resultados: identificou-se que a disponibilidade e variedade de produtos alimentícios sem glúten foi limitada, ao mesmo tempo em que o preço dos produtos é elevado. A Análise de agrupamento identificou que produtos sem glúten e convencionais apresentaram similaridades na composição nutricional sugerindo que embora as matérias-primas fossem diferentes das utilizadas nos produtos convencionais, os padrões de composição eram os mesmos. Algumas vantagens foram identificadas na composição dos produtos sem glúten, principalmente em relação à calorias e sódio, entretanto, a quantidade de proteínas e fibras foi inferior.

Implicações Sociais: os resultados observados podem afetar negativamente a adesão e estimular o consumo de produtos convencionais, com consequências negativas à qualidade de vida e saúde de indivíduos com doença celíaca.

Originalidade/valor: esta pesquisa conduziu uma cuidadosa avaliação da composição nutricional de produtos alimentícios sem glúten disponíveis para a comercialização, em diferentes categorias, o que é raro em pesquisas neste assunto. Os resultados alertam para a importância de maior atenção na formulação de produtos sem glúten e guias alimentares para indivíduos com doença celíaca.

Palavras-chave: Doença celíaca; Disponibilidade; Sem glúten; Composição nutricional; Cluster hierárquico.

1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma desordem imunomediada sistêmica desencadeada pela ingestão de glúten e prolaminas relacionadas em indivíduos geneticamente susceptíveis (HUSBY et al., 2012). Até a algum tempo, acreditava-se que a doença celíaca era uma patologia rara e com ocorrência predominante em países desenvolvidos da Europa, Estados Unidos da América, Canadá e Austrália. Mais recentemente, estudos longitudinais têm evidenciado que a incidência da DC aumentou, afetando cerca de 1 % da população mundial. No Brasil, embora estudos que reflitam a prevalência da doença sejam escassos, sabe-se que esta é similar às encontradas na Europa (REWERS, 2005; CATASSI; COBELLIS, 2007; FASANO et al., 2008).

O glúten é uma proteína estrutural presente no trigo, no centeio e na cevada. As principais frações proteicas do glúten, glutenina e gliadina, desempenham funções fundamentais nas características de qualidade de panificação, sendo responsáveis pela capacidade de absorver água, pela coesividade, viscosidade e elasticidade da massa (WIESER, 2007). Assim, a ausência do glúten frequentemente resulta em massa líquida, problemas de textura e cor, e outros defeitos de qualidade nos pães após o cozimento (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

A dieta isenta em glúten é o único tratamento aceitável para a doença celíaca (LUDVIGSSON; GREEN, 2011). Embora fosse natural esperar um crescimento na oferta de produtos livres de glúten como resultado do aumento da incidência da patologia (PAGLIARINI; LAUREATI; LAVELLI, 2010), o que se observa é a baixa disponibilidade e o alto custo dos produtos, o que prejudica a adesão à dieta isenta em glúten (LERNER, 2010; ROMA et al., 2010; SINGH; WHELAN, 2011).

Historicamente as prescrições nutricionais para a doença celíaca estiveram focadas nos alimentos que deveriam ser evitados na dieta, assim, estudos sobre a composição nutricional de produtos sem glúten são limitados (CAPONIO et al., 2008; SEGURA; ROSELL, 2011). Do mesmo modo, estudos que investiguem a qualidade da dieta dos celíacos são escassos (THOMPSON et al., 2005; LEE et al., 2009; ÖHLUND et al., 2010; WILD et al., 2010).

Evidências científicas sobre o conteúdo nutricional dos produtos sem glúten em comparação aos alimentos convencionais oferecidos ao público em geral (que orientam tabelas alimentares e guias alimentares da população) são ainda mais escassas (THOMPSON, 1999,

THOMPSON, 2000). Premissas de orientação dietética e fatores que afetam o consumo, tais como: conteúdo nutricional, disponibilidade e preço não devem ser negligenciados por pesquisadores e profissionais da saúde, uma vez que apenas a ingestão de produtos sem glúten não é o suficiente para promover a saúde entre pacientes celíacos.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar o conteúdo nutricional de produtos alimentícios sem glúten disponíveis para comercialização em estabelecimentos comerciais de uma capital brasileira, bem como, investigar o custo e a disponibilidade destes produtos. Espera-se que os resultados sirvam de subsídio para a identificação das condições em que a adesão à dieta pode ser comprometida, além de chamar a atenção para a necessidade de maior cuidado na formulação dos produtos e na orientação dietética para indivíduos com doença celíaca.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEM GLÚTEN DISPONÍVEIS EM ESTABELECEMENTOS COMERCIAIS

Um levantamento dos produtos alimentícios sem glúten foi realizado em todos os estabelecimentos comerciais indicados pela Associação dos Celíacos do Brasil do Estado de Santa Catarina (ACELBRA-SC) como pontos de vendas de alimentos sem glúten (3 supermercado e 6 lojas de produtos naturais), na capital do Estado, Florianópolis. Foram incluídos estabelecimentos que o responsável assinou a autorização para a coleta de dados. As coletas ocorreram entre os meses de fevereiro e maio de 2011 e todos os produtos sem glúten identificados nos estabelecimentos comerciais foram catalogados.

2.2 IDENTIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS SEM GLÚTEN

Os produtos considerados no presente estudo não foram aqueles naturalmente sem glúten (como frutas, ovos, batatas, etc.), mas aqueles onde o trigo foi substituído por ingredientes alternativos (como milho, arroz, mandioca, amaranto, quinoa, etc.). Em função da necessidade de restrição de glúten na dieta de indivíduos com doença celíaca, desde 2003, no Brasil, existe uma lei que determina que as inscrições “contém glúten” ou “não contém glúten” estejam presentes em todos os rótulos de alimentos (BRASIL, 2003a).

As informações nutricionais obrigatórias presentes nos rótulos dos produtos alimentícios foram coletadas. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no rótulo dos produtos deve ser declarado o valor energético dos produtos além das quantidades de carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio (BRASIL, 2003b). Informações sobre marca, peso da embalagem, porção e preço também foram coletadas. Os produtos foram classificados em oito categorias: pães, misturas para bolo, salgadinhos de pacote, biscoitos, cereais (barra de cereais ou granola), chocolates, macarrão e bolos. Vinte produtos alimentícios apresentavam características muito distintas entre si e também não se encaixavam em nenhuma das nove categorias (por exemplo: sopa de pacote, produtos de confeitaria, achocolatado, suplementos alimentares); além disso, também não foram encontrados em número suficiente para formarem sozinhos uma categoria. Assim, estes produtos não foram incluídos nas análises.

Para possibilitar a comparação da composição nutricional dos produtos alimentícios sem glúten com os convencionais (aqueles contendo glúten em sua formulação), foi realizada também a coleta das informações nutricionais destes produtos. Este levantamento foi conduzido em um dos estabelecimentos em que previamente foram coletados produtos sem glúten. Foram selecionados de forma sistemática produtos das mesmas categorias encontradas para os produtos sem glúten.

Os produtos apresentavam diferentes tamanhos de porção, portanto, todos tiveram sua porção padronizada em 100 g. Da mesma forma, os valores para os nutrientes também foram calculados para uma porção de 100 g.

2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas utilizando linguagem R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Para a comparação de médias entre os nutrientes de todas as categorias, com e sem glúten, foi utilizado teste *t*. Para a comparação dos preços médios dos produtos, de acordo com as categorias, foi realizada a análise de covariância (ANCOVA), utilizando-se o peso da embalagem como covariável. Quando a covariável não foi significativa utilizou-se a análise de variância (ANOVA) (MONTGOMERY, 2001). Considerou-se um nível de significância de 5 % para todas as análises.

A fim de identificar similaridades na composição nutricional entre os produtos alimentícios de ambos os grupos (com e sem glúten), bem como entre as categorias, foi realizada a Análise de Agrupamento Hierárquico em Componente Principal usando pacote FactoMineR do software R (HUSSON et al., 2010). O objetivo da Análise de Agrupamento é formar grupos de modo que os objetos dispostos no mesmo grupo sejam similares entre si, enquanto objetos presentes em diferentes grupos sejam tão diferentes quanto possível. Portanto, cada grupo é formado por objetos que possuem similaridades entre si e disparidade em relação aos demais grupos. No presente estudo os objetos foram produtos alimentares, reunidos de acordo com seu conteúdo de energia, carboidrato, proteína, gordura total, saturada e trans, fibra e sódio.

Para que esta análise fosse possível foi necessário excluir produtos que não possuísem informações completas da composição nutricional, como por exemplo, valores de fibra, sódio ou gordura saturada na porção, embora estas sejam informações exigidas pela RDC nº 360 de 2003 (BRASIL, 2003b).

3. RESULTADOS

Dos nove estabelecimentos aos quais foram solicitadas autorizações para a realização da pesquisa, oito concordaram em participar. O estabelecimento que não aceitou participar estava à venda e com estoque reduzido. Um total de 168 produtos alimentícios sem glúten foi identificado e 162 produtos similares contendo glúten foram sistematicamente selecionados e distribuídos em oito categorias (Tabela 1). Embora o número de produtos sem glúten e convencionais não tenha sido exatamente o mesmo, uma vez que os valores médios foram calculados por categoria, e foram realizadas análises de variância e covariância, esta pequena diferença não interferiu significativamente nos resultados.

Tabela 1 - Produtos alimentícios sem glúten identificados nos pontos de venda em Florianópolis – SC, de acordo com suas categorias

Categoria	Número de Produtos	%
Biscoito	62	37,0
Chocolate	28	16,7
Macarrão	18	10,7
Pão	15	8,9
Salgadinho de pacote	14	8,3
Bolo	12	7,1
Cereais (barras e granola)	11	6,5
Mistura para bolo	8	4,8
Total	168	100

Com relação às análises do preço médio dos produtos verificou-se que a covariável “peso da embalagem” não apresentou correlação com o preço do produto nas categorias “biscoitos” e “macarrão”. Para as demais categorias, em que o peso da embalagem mostrou ter correlação com o preço do produto, foi calculada a média corrigida do preço por meio da análise de covariância. Os resultados das comparações em cada uma das oito categorias podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise de covariância para comparação dos preços médios (R\$) dos produtos convencionais com glúten (CG) e sem glúten (SG), por categoria

Categoria	Produtos convencionais com glúten Média (R\$)	Produtos sem glúten Média (R\$)	<i>p</i>-valor
Biscoito	1,55	5,22	< 0,01
Chocolate	4,37	5,94	0,06
Macarrão	4,23	6,90	0,16
Pão	4,29	5,69	< 0,01
Salgadinho de pacote	1,72	2,68	< 0,01
Bolo	3,81	3,75	0,91
Cereais (barras e granola)	4,17	5,34	0,07
Mistura para bolo	3,61	6,55	< 0,01

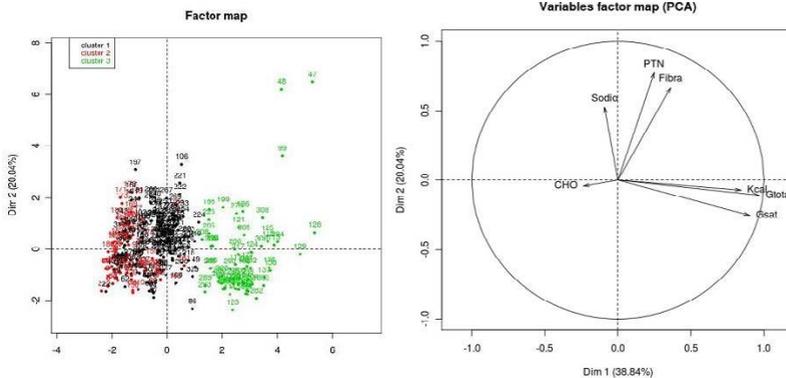
Com exceção da categoria dos bolos, em todas as outras categorias a média de preço dos produtos alimentícios sem glúten foi superior à média dos preços dos produtos convencionais. Entre os produtos sem glúten a categoria representada pelos biscoitos foi a que apresentou maiores diferenças de preço em relação aos produtos convencionais, custando em média 86 % mais caro; seguida pela mistura para bolo (81 %), macarrão (63 %), salgadinho (56 %), chocolate (36 %), pão (33 %) e cereais (28 %). Diferenças significantes entre os preços dos dois tipos de produtos foram encontradas nas categorias dos biscoitos, pães, salgadinhos e mistura para bolo ($p < 0,01$).

No que diz respeito à comparação do valor calórico e dos nutrientes entre os produtos convencionais com glúten e produtos sem glúten, o resultado por categoria está apresentado na Tabela 3.

A categoria dos “Biscoitos” foi a que compreendeu maior número de produtos (37 %). Os biscoitos sem glúten apresentavam significantemente menos quilocalorias, proteína, gordura saturada e sódio do que os biscoitos convencionais ($p < 0,01$). Não foram observadas diferenças significantes quanto à composição nutricional dos chocolates convencionais e sem glúten. Nas categorias “Macarrão” e “Pão”, a média dos conteúdos de proteína e fibra dietética dos produtos sem glúten foi significantemente inferior aos dos itens convencionais ($p < 0,01$). Na categoria “Salgadinhos” verificou-se que os produtos sem glúten possuíam significantemente menos quilocalorias, gordura total, gordura saturada e sódio e mais proteína e fibras ($p < 0,01$). Já os bolos sem glúten apresentaram significantemente menores quantidades de sódio do que aqueles que continham glúten ($p < 0,05$). Na categoria “Cereais” os produtos sem glúten apresentaram menor valor calórico e maior teor de sódio ($p < 0,01$). Por fim, os produtos sem glúten alocados na categoria “Mistura para bolo” apresentavam significantemente menores quantidades de proteína e gordura saturada ($p < 0,05$), gordura trans e sódio ($p < 0,01$) e maiores valores de gordura total ($p < 0,01$) do que os produtos convencionais.

A análise de agrupamento foi realizada com os 321 produtos com e sem glúten. Três distintos grupos de produtos formados por produtos que possuíam características similares foram identificados (Figura 1).

Figura 1 - Representação gráfica da análise de componentes principais dos 321 produtos sem glúten avaliados



Grupo 1: formado por 183 produtos, dos quais 86 eram sem glúten. Estes produtos possuem quantidades mais elevadas de carboidrato, sódio e proteína, e menores valores de gorduras total e saturada do que os demais. Os cinco principais representantes deste grupo foram os biscoitos convencionais: rosquinhas de chocolate de duas marcas distintas; biscoito ao leite com grão de aveia; biscoito de malsena e biscoito tipo *champagne*.

Grupo 2: composto 70 produtos, dos quais 48 eram sem glúten. São produtos que possuem menores quantidades de fibra, proteína, gordura total, gordura saturada, carboidrato e valor calórico. Como representantes destes produtos alimentícios estão: pão de aipim sem glúten, pão de batata com semente sem glúten, pão de aipim com semente sem glúten, pão caseiro de aipim convencional e bolo de cenoura com cobertura de chocolate convencional.

Grupo 3: formado por 68 produtos alimentícios, 26 deles eram sem glúten. Estes possuem quantidades mais elevadas de gordura total e saturada, valor calórico e fibras, e menores quantidades de sódio e carboidrato. Os cinco principais representantes deste agrupamento pertencem à categoria dos chocolates, sendo dois chocolates sem glúten e três chocolates convencionais.

Tabela 3 - Comparação de médias dos valores calóricos e nutrientes em 100 g de produtos convencionais com glúten (CG) e sem glúten (SG), de acordo com sua categoria

Categoria		Calorias		CHO (g)		PTN (g)		GORTotal (g)		GORSat (g)		GORtrans(g)		Fibra (g)		Sódio (mg)	
		Média	p-valor	Média	p-valor	Média	p-valor	Média	p-valor	Média	p-valor	Média	p-valor	Média	p-valor	Média	p-valor
Biscoito	CG	436	<0,01	66,8	0,10	9,5	<0,01	14,8	0,09	4,4	<0,01	0,2	0,62	4,2	0,13	511,7	<0,01
	SG	387		63,2		6,5		12,6		2,8		0,3		3,2		257,3	
Chocolate	CG	526	0,61	55,7	0,92	6,8	0,18	31,3	0,40	17,2	0,27	0,3	0,67	3,3	0,05	92,3	0,40
	SG	557		56,4		8,4		34,8		15,8		0,5		5,5		74,4	
Macarrão	CG	354	0,32	73,6	0,74	11,7	<0,01	1,4	0,59	0,1	0,22	0,0	1	2,6	<0,01	84,6	0,45
	SG	360		72,3		7,5		1,2		0,2		0,0		1,5		162,4	
Pão	CG	246	0,77	43,5	0,83	10,0	<0,01	3,5	0,08	0,8	0,27	0,0	0,33	4,3	<0,01	423,6	0,08
	SG	243		42,8		4,4		4,9		0,6		0,1		0,7		358,3	
Salgadinho de pacote	CG	497	<0,01	58,9	0,65	7,5	<0,01	24,1	<0,01	7,7	<0,01	0,0	1	2,7	<0,01	960,9	<0,01
	SG	390		60,0		10,8		12,1		2,7		0,0		4,9		422,3	
Bolo	CG	384	0,33	58,7	0,26	5,9	0,77	14,2	0,56	6,1	0,41	0,5	0,72	1,6	0,13	210,3	0,02
	SG	347		51,9		6,2		12,8		4,6		0,4		1,0		76,5	
Cereal (barra e granola)	CG	416	<0,01	64,6	0,30	10,0	0,46	13,4	0,07	3,7	0,10	0,0	1	7,7	0,89	126,3	<0,01
	SG	360		69,3		8,3		8,7		1,6		0,0		7,9		307,1	
Mistura para bolo	CG	403	0,11	78,2	0,78	5,3	0,03	1,8	<0,01	2,3	0,03	1,5	<0,01	1,1	0,47	717,3	<0,01
	SG	346		76,5		3,0		8,7		0,7		0,0		1,5		85,7	

CHO: Carboidrato; PTN: Proteína; GORTotal: Gordura Total; GORSat: Gordura Saturada; GORtrans: Gordura Trans.

4. DISCUSSÃO

A presente pesquisa identificou o total de 168 produtos sem glúten nos oito pontos de venda investigados. Isso pode ser considerado um número bastante limitado quando comparado com o universo de produtos que contêm glúten disponíveis para comercialização.

De acordo com Furst et al. (1996) as escolhas alimentares são resultados de um processo multifatorial complexo, onde várias decisões são feitas e avaliadas até chegar à escolha alimentar. Os autores sugerem que no processo de escolha alimentar os indivíduos podem levar em consideração: aspectos sensoriais; fatores econômicos; conveniência; saúde e nutrição; qualidade dos produtos e preferências e necessidades das pessoas com quem o indivíduo convive. Quando a disponibilidade de produtos alimentícios é limitada, como ocorre com os produtos alimentícios sem glúten, muitos destes atributos que normalmente seriam avaliados são automaticamente excluídos. Desta forma, no nosso entendimento, as escolhas alimentares de indivíduos com doença celíaca frequentemente não são representadas no sentido conceitual, mas são realizadas pela falta de alternativas.

O problema da disponibilidade dos produtos sem glúten identificado em nossa pesquisa é corroborado pelas conclusões tanto de estudos internacionais, como de pesquisa realizada no Brasil, que investigam a satisfação de celíacos com estes produtos (SVERKER; HENSING; HALLERT et al., 2005; ZARKADAS et al., 2006; ARAÚJO; ARAÚJO, 2011). Nestes estudos, os participantes mencionaram a insatisfação com a variedade e disponibilidade de produtos sem glúten, situação que restringe a escolha alimentar e dificulta o cotidiano.

Exceto pela categoria dos “Bolos”, todas as categorias formadas por produtos sem glúten apresentavam médias de preço superiores às dos produtos convencionais. Este resultado era esperado, pois já foi relatado anteriormente (LEE et al., 2007; STEVENS; RASHID, 2008; ARAÚJO; ARAÚJO, 2011). Esta também é uma questão relevante para ser considerada ao abordar a adesão dos indivíduos com doença celíaca à dieta.

No que diz respeito à composição nutricional dos produtos alimentícios sem glúten e convencionais, foi possível identificar diferenças significantes entre os dois tipos de produtos em determinadas categorias e nutrientes. De uma forma geral, percebe-se uma tendência dos produtos sem glúten possuírem significantemente menor valor calórico (51 % dos produtos, representados pelos biscoitos, salgadinhos

e cereais) e menor teor de sódio (57 % dos produtos, representados por biscoitos, salgadinhos, bolo e mistura para bolo). Por outro lado a maioria dos produtos sem glúten apresentava significativamente menores quantidades de proteína (61 % dos produtos, representados por biscoito, macarrão, pão e mistura para bolo).

Segura e Rosell (2011) avaliaram a composição química de pães comerciais sem glúten e verificaram que a maioria dos pães analisados possuía uma boa quantidade de fibra (>3 g/100 g), enquanto a média de fibra dos pães sem glúten avaliados neste trabalho foi 0,69 g/100 g. A literatura sugere que é comum que as matérias-primas usualmente utilizadas sejam feitas de farinhas refinadas ou de amido, acarretando em prejuízos no consumo de fibras e outros nutrientes essenciais para a manutenção da saúde (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). Tradicionalmente, a matéria-prima utilizada na formulação de pães e macarrão sem glúten é o arroz (CAPERUTO; AMAYA-FARFAN; CAMARGO, 2001; SONG; SHIN, 2007; DE LA BARCA et al., 2010), enquanto os salgadinhos sem glúten são elaborados com matérias-primas variadas, tais como maçã, beterraba, cenoura, *cranberry* e farinha sem glúten de teff (İBANOĞLU et al., 2006; STOJCESKA et al., 2010).

Outro resultado que merece ser evidenciado é em relação ao conteúdo de gorduras dos produtos sem glúten. Embora na literatura científica estudos apontem que alimentos sem glúten possuem elevadas quantidades de gordura (CAPONIO et al., 2008; SATURNI; FERRETTI; BACCHETTI, 2010; SEGURA; ROSELL, 2011), esse resultado não foi confirmado no presente estudo. Ao contrário, verificou-se que a gordura saturada foi significativamente inferior para biscoitos e mistura para bolo sem glúten, assim como a gordura trans foi significativamente menor para salgadinho e mistura para bolo e menores quantidades de gordura total foram observadas para salgadinho sem glúten. Entretanto, na categoria mistura para bolo a gordura total foi significativamente maior do que a dos produtos convencionais.

A análise de agrupamento indicou que a maioria dos produtos sem glúten e convencionais analisados possuem similaridades, visto que o Grupo 1 reuniu mais da metade do total dos produtos (57 %), e foi formado por um número semelhante dos dois tipos de produtos (47 % sem glúten), sugerindo que de maneira geral, estes produtos apresentam composição nutricional equiparável. Os Grupos 2 e 3 reforçaram os resultados encontrados pelo teste *t*. O Grupo 2 agrupou 21,8 % dos produtos (69 % sem glúten) que possuíam baixo teor de fibra, proteína, gordura total e saturada, carboidrato e valor calórico. O Grupo 3 foi

composto por 21,2 % dos produtos (62 % representavam produtos convencionais) que continham elevadas quantidades de gordura total e saturada, valor calórico total, fibra, baixo teor de sódio e carboidrato.

A maneira como os alimentos afetam a saúde depende, entre outros fatores, da importância relativa que eles têm na dieta (MONTEIRO, 2009). O fato de 57 % dos produtos apresentarem semelhanças em relação à composição nutricional demonstra que a principal diferença entre produtos sem glúten e convencionais está relacionada com a necessidade da substituição de matérias-primas fontes de glúten, e que realizada essa modificação, a maioria dos produtos apresenta o mesmo padrão de composição nutricional. Öhlund et al. (2010) compararam a dieta de crianças e adolescentes celíacas e não celíacas e identificaram que ambas seguem o mesmo padrão dietético, com elevado consumo de gordura saturada e açúcar e baixas quantidades de fibra, vitamina D e magnésio, quando comparado às recomendações.

As observações em torno dos grupos 2 e 3 de fato evidenciam que parte dos produtos sem glúten apresenta menores quantidades de gordura total e saturada, valor calórico, fibra e proteína, como já foi discutido anteriormente. Entretanto, cabe ressaltar que se por um lado, estes produtos apresentam o benefício em relação à quantidade de gordura e valor calórico, há pouco cuidado por parte da indústria de alimentos no que diz respeito ao teor de fibras destes produtos. Existe uma vasta literatura reportando os benefícios da utilização dos pseudocereais como trigo sarraceno, amaranto e quinoa, que representam uma opção segura e que melhoraria o valor nutricional dos produtos alimentícios sem glúten, pois são ricos em fibra dietética, proteína e lipídios insaturados (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009; SATURNI; FERRETTI; BACCHETTI, 2010).

5. CONCLUSÃO

No presente estudo identificou-se que o número e a variedade de produtos sem glúten são limitados ao mesmo tempo em que o preço dos produtos é elevado. Esta situação pode provocar impacto negativo na adesão à dieta e estimular o consumo de produtos convencionais, com consequências negativas à qualidade de vida e saúde dos indivíduos com doença celíaca. A Análise de Agrupamento identificou similaridades na composição nutricional dos produtos alimentícios sem glúten e convencionais, sugerindo que apesar de serem empregadas matérias-primas diferentes do trigo, o padrão de composição era o mesmo.

Algumas vantagens na composição dos produtos alimentícios sem glúten foram observadas, principalmente em relação ao valor calórico e ao teor de sódio; entretanto, os valores de proteína e fibra foram significativamente inferiores, alertando tanto para a necessidade de maior cuidado com a formulação destes produtos, como na prescrição de orientações dietéticas para a população afetada pela doença celíaca.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 106-113, 2010.

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, n. 1, p. 105–109, 2011.

BRASIL. Lei n. 10.674, de 16 de maio de 2003a. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=5854>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003b**. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360_03rdc.htm.

CAPERUTO, L. C.; AMAYA-FARFAN, J.; CAMARGO, C. R. O. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 1, p. 95-101, 2001.

CAPONIO, F. et al. Evaluation of the nutritional quality of the lipid fraction of gluten-free biscuits. **European Food Research and Technology**, v. 227, n. 1, p. 135-139, 2007.

- CATASSI, C.; COBELLIS, G. Coeliac disease epidemiology is alive and kicking, especially in the developing world. **Digestive and Liver Disease**, v. 39, n. 10, p. 908-910, 2007.
- DE LA BARCA, A. M. C. et al. Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 65, n. 3, p. 241–246, 2010.
- FASANO, A. et al. Federation of International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus Report on Celiac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 47, n. 2, p. 214-219, 2008.
- FURST, T. et al. Food choice: a conceptual model of the process. **Appetite**, v. 26, n. 3, p. 247-266, 1996.
- GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 3-4, p.143-152, 2004.
- HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the diagnosis of coeliac disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.
- HUSSON, F. et al. FactoMineR: Multivariate exploratory data analysis and data mining with R. R package version 1.14. 2010. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=FactoMineR>>. Acessado em: 17 de out de 2011.
- İBANOĞLU, Ş. et al. Physical and sensory evaluation of a nutritionally balanced gluten-free extruded snack. **Journal of Food Engineering**, v. 75, n. 4, p. 469-472, 2006.
- LEE, A. R. et al. Economic burden of a gluten-free diet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 20, n. 5, p. 423–430, 2007.
- LEE, A. R. et al. The effect of substituting alternative grains in the diet on the nutritional profile of the gluten-free diet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 22, n. 4, p. 359-363, 2009.

LERNER, A. New therapeutic strategies for celiac disease. **Autoimmunity Reviews**, v. 9, n. 3, p. 144-147, 2010.

LUDVIGSSON, J. F.; GREEN, P. H. R. Clinical management of coeliac disease. **Journal of Internal Medicine**, v. 269, n. 6, p. 560-571, 2011.

MONTEIRO, C. A. Nutrition and Health. The issue is not food, nor nutrients, so much as processing. **Public Health Nutrition**, v. 12, n. 5, p. 729-731, 2009.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 5 ed. New York: John Wiley & Sons. 2001. 684 p.

ÖHLUND, K. et al. Dietary shortcoming in children on a gluten-free diet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 23, n. 3, p. 294-300, 2010.

PAGLIARINI, E.; LAUREATI, M.; LAVELLI, V. Sensory evaluation of gluten-free breads assessed by a trained panel of celiac assessors. **European Food Research and Technology**, v. 231, n. 1, p. 37-46, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2011. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

REWERS, M. Epidemiology of celiac disease: what are the prevalence, incidence, and progression of celiac disease? **Gastroenterology**, v. 128, n. 4, Suplemento 1, S47-S51, 2005.

ROMA, E. et al. Dietary compliance and life style of children with coeliac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 23, n. 2, p. 176-182, 2010.

SATURNI, L.; FERRETTI, G.; BACCHETTI, T. The gluten-free diet: safety and nutrition quality. **Nutrients**, v. 2, n. 1, p. 16-34, 2010.

SEGURA, M. E. M.; ROSELL, C. M. Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, n. 3, p. 224-230, 2011.

SINGH, J.; WHELAN, K. Limited availability and higher cost of gluten-free foods. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 24, n. 5, p. 479-486, 2011.

SONG, J. Y.; SHIN, M. Effects of soaking and particle sizes on the properties of rice flour and gluten-free bread. **Food Science and Biotechnology**, v. 16, n. 5, p. 759-764, 2007.

STEVENS, L.; RASHID, M. Gluten-free and regular foods: a cost comparison. **Canadian Journal of Dietetic Practice and Research**, v. 69, n. 3, p. 147-150, 2008.

STOJCESKA, V. et al. The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products. **Food Chemistry**, v. 121, n. 1, p. 156-164, 2010.

SVERKER, A.; HENSING, G.; HALLERT, C. “Controlled by food” – lived experiences of celiac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 18, n.3, p. 171-180, 2005.

THOMPSON, T. Thiamin, riboflavin, and niacin contents of the gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 99, n. 7, p. 858-862, 1999.

THOMPSON, T. Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 100, n. 11, p. 1389-1396, 2000.

THOMPSON, T. et al. Gluten-free diet survey: are American with celiac disease consuming recommended amounts of fiber, iron, calcium and grain foods? **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 18, n. 3, p. 163-169, 2005.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

WILD, D. et al. Evidence of high sugar intake, and low fibre and mineral intake, in the gluten-free diet. **Alimentary Pharmacology and Therapeutics**, v. 32, n. 4, p. 573-581, 2010.

ZARKADAS, M. et al. The impact of a gluten-free diet on adults with coeliac disease: results of a national survey. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 19, n. 1, p. 41–49, 2006.

7. CAPÍTULO 5

“NÃO CONTÉM GLÚTEN” NÃO É O SUFICIENTE – PERCEPÇÕES E SUGESTÕES DE INDIVÍDUOS COM DOENÇA CELÍACA

Artigo aceito para publicação:

NASCIMENTO, A. B.; FIATES, G. M. R.; DOS ANJOS, A.; TEIXEIRA, E. Gluten-free is not enough – perception and suggestions of celiac consumers. **International Journal of Food Science and Nutrition**, 2014.

“Não contém glúten” não é o suficiente – percepções e sugestões de indivíduos com doença celíaca.

Resumo

A presente pesquisa investigou a percepção de indivíduos com doença celíaca a respeito dos produtos alimentícios sem glúten, seu comportamento consumidor e qual o produto sem glúten mais desejado por este grupo. Um questionário contendo questões abertas e fechadas foi aplicado a portadores de doença celíaca para coletar informações. Realizou-se análise descritiva, teste de qui-quadrado e regressão logística múltipla, considerando nível de significância de 5 %. Analisou-se 91 questionários. Variedade e disponibilidade limitadas, bem como o elevado preço dos produtos sem glúten, e restrições sociais impostas pela dieta foram os fatores que mais geraram insatisfação e dificuldade em seguir a dieta. 71 % dos participantes afirmaram sentir moderada ou muita dificuldade para encontrar produtos sem glúten. A análise de regressão logística identificou associação significativa entre a insatisfação com a textura e com a variedade com a dificuldade de encontrar produtos sem glúten ($p < 0,05$). A característica sensorial foi a variável mais importante na realização das compras. O pão foi o produto mais desejado pelos participantes. A insatisfação com a variedade, preço e disponibilidade dos produtos sem glúten parece estimular o consumo de alimentos com glúten, o que pode acarretar em prejuízos à saúde dessa população. O desejo por um pão com melhores características sensoriais reforça o desafio de desenvolver produtos de panificação com boa qualidade.

Palavras-chave: Doença celíaca; Sem glúten; Comportamento consumidor; Consumo alimentar; compras.

1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca é uma desordem sistêmica imunomediada, desencadeada pelo consumo de glúten e prolaminas relacionadas, que afeta pessoas geneticamente susceptíveis (HUSBY et al., 2012). Estudos têm apontado para o aumento da incidência da doença nas últimas décadas, estimando que ela afete cerca de 1 % da população mundial (LOHI et al., 2007; LUDVIGSSON; GREEN, 2011).

A dieta isenta em glúten é o único tratamento disponível até o momento. A exclusão de alimentos que contêm trigo, cevada e centeio promove a remissão dos sintomas, das características histológicas e sorológicas, a melhora da qualidade de vida e ainda a redução da mortalidade. Entretanto, o tratamento pode ser difícil em razão da contaminação dos alimentos com o glúten, elevado custo dos produtos, restrita disponibilidade de opções sem glúten e também em razão das representações sociais e culturais em torno dos alimentos (NIEWINSKI, 2008; TACK et al., 2010).

Os problemas de palatabilidade e aceitação sensorial dos produtos sem glúten também representam um obstáculo ao tratamento. O glúten é uma proteína estrutural e suas frações proteicas (gliadina e glutenina) desempenham papéis fundamentais nas propriedades reológicas da massa (WIESER, 2007). O crescimento nas taxas de diagnóstico de doença celíaca reflete em aumento da demanda por produtos alimentícios sem glúten (BOGUE; SORENSON, 2008). Entretanto, a maioria destes produtos disponíveis no mercado utiliza pouca tecnologia e têm baixo valor nutricional, especialmente quando comparados com seus similares contendo glúten, exibindo um miolo seco e sabor não muito agradável (ARENDDT et al., 2008; MARIOTTI et al., 2009).

Um estudo realizado em uma capital brasileira avaliou o universo dos produtos sem glúten disponíveis para a comercialização e identificou que as matérias-primas utilizadas na elaboração destes produtos estavam limitadas a cinco variedades: arroz, mandioca, milho, batata e soja. Além disso, o mesmo estudo constatou que nestes produtos não havia a adição de hidrocolóides – ingredientes que têm a função de mimetizar as propriedades do glúten (DO NASCIMENTO et al., 2013).

Embora academicamente seja crescente o número de estudos que objetivam desenvolver produtos alimentícios sem glúten, ainda são restritas as pesquisas que se propõem a investigar a opinião dos portadores de doença celíaca sobre as carências de mercado e seus desejos de consumo. Conhecer a percepção de portadores de doença

celíaca a respeito dos produtos disponíveis no mercado, seu comportamento consumidor, e identificar qual o produto mais desejado por este grupo de consumidores é uma importante ferramenta no auxílio ao desenvolvimento de produtos sem glúten que atendam suas necessidades.

2.MÉTODOS

2.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Foram convidados a participar da pesquisa todos os membros da Associação de Celíacos do Brasil, da seção de Santa Catarina (ACELBRA-SC). Além disso, foi aceita a participação de celíacos não membros da instituição, que acessassem a *homepage* da instituição e respondessem ao questionário *online*.

Portanto, trata-se de uma amostra de conveniência, composta por todos aqueles que aceitaram participar da pesquisa, e para isso assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, previamente aprovado pelo Comitê de Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os critérios de exclusão foram ter idade inferior a 18 anos; não responder o questionário por inteiro e não residir no Estado de Santa Catarina.

2.2 INSTRUMENTO

Um questionário contendo perguntas abertas e fechadas foi disponibilizado na *homepage* da ACELBRA-SC, e ainda aplicado durante as reuniões da Associação no período de novembro de 2011 a abril de 2012. O instrumento foi previamente testado por Lamontagne, West e Galibois (2001) em uma amostra composta por 234 celíacos de Quebec. Posteriormente foi traduzido para a língua portuguesa, testado semanticamente e adaptado para a cultura brasileira (ARAÚJO; ARAÚJO, 2011).

O questionário original abordava questões referentes a condições sócio demográficas, práticas alimentares e de saúde. Para que o instrumento atendesse as necessidades do presente estudo, algumas questões foram acrescentadas e outras, excluídas. Antes de ser aplicado, o instrumento foi testado com portadores de doença celíaca para verificar o entendimento das questões.

Por fim, as variáveis avaliadas no estudo foram relativas a questões sócio demográficas (sexo, idade, nível de escolaridade, renda

familiar *per capita*, local onde reside, estado civil), diagnóstico (tempo de diagnóstico e realização de biópsia), práticas alimentares e de saúde (eliminação e consumo do glúten da dieta, alergias ou intolerâncias a outros alimentos) e práticas relativas ao comportamento de consumo de produtos sem glúten (frequência de consumo, satisfação com os produtos, dificuldades para encontrar produtos sem glúten e de seguir a dieta, características mais importantes nos produtos e produto mais desejado).

2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados coletados foram tratados estatisticamente, utilizando a linguagem R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Foi realizada uma análise descritiva dos dados, em que as variáveis foram expressas em distribuição de frequência, e calculados a média e desvio-padrão para as variáveis contínuas. Para se estabelecer a existência de associação entre variáveis, foi realizado teste de qui-quadrado. A Análise de Regressão Logística Múltipla foi realizada para determinar o impacto de certas variáveis nas variáveis dependentes: tempo de diagnóstico, renda, frequência de ingestão de alimentos com glúten, dificuldade de seguir a dieta e de encontrar alimentos sem glúten, satisfação com o gosto, textura, variedade, disponibilidade e preço de alimentos sem glúten. Considerou-se um nível de significância de 5 %.

3. RESULTADOS

Foram respondidos 121 questionários Destes, 2 foram excluídos por estarem incompletos, 3 em razão da idade dos participantes (< 18 anos) e 25 por terem sido respondidos por indivíduos que residiam em outros estados ou países. Desta forma, foram considerados para a presente análise 91 questionários.

Como pode ser verificado na Tabela 1, a amostra foi composta predominantemente por mulheres (88 %), por indivíduos com idades entre 18 e 30 anos (34 %), casados (55 %), com ensino superior completo (63,7 %) e com renda familiar *per capita* entre R\$ 835,00 e 1.334,00. O tempo médio de diagnóstico dos participantes foi de 7 anos.

Tabela 1 - Características socioeconômicas da amostra, Florianópolis, SC, (n = 91), 2012

Variáveis	n	%
Sexo		
Masculino	11	12
Feminino	80	88
Idade		
18 - 30 anos	31	34
31- 40 anos	29	32
41 - 50 anos	15	16.5
51- 60 anos	11	12
> 60 anos	5	5.5
Estado Civil		
Solteiro(a)	29	31.8
Com companheiro(a)	8	8.8
Viúvo(a)	0	0
Casado(a)	50	55
Separado(a)	3	3.3
Outro	1	1.1
Escolaridade		
Menos que o ensino fundamental	1	1.1
Ensino fundamental	2	2.2
Ensino médio	24	26.4
Colegial ou escola técnica	6	6.6
Superior completo	30	33
Pós-graduação	28	30.7
Renda familiar <i>per capita</i> *		
R\$ 109,00 – 834,00	21	25
R\$ 835,00 – 1.334,00	24	28.5
R\$ 1.335,00 – 2.000,00	18	21.5
R\$ 2.001,00 – 12.500,00	21	25
Tempo de diagnóstico		
2 meses – 3 anos	28	31.0
3.1 – 5 anos	20	22.0
5.1 – 9 anos	23	25.0
9.1 – 40 anos	20	22.0

* variável com dados ignoráveis.

Para 93 % dos participantes o diagnóstico foi confirmado por biópsia, e todos os respondentes afirmaram que foram orientados a retirar o glúten da dieta. Com relação às práticas alimentares e de saúde, 38,5 % dos participantes referiram alergias ou intolerâncias a outros alimentos, predominantemente ao leite (87,5 %). O teste de qui-quadrado mostrou o efeito do tempo de diagnóstico no fato do paciente

apresentar alergia / intolerância alimentar, sendo que os participantes com diagnóstico mais recente (até 5 anos) apresentavam significativamente mais ($p = 0,039$) alergias do que os com o tempo de diagnóstico superior a 5 anos.

Quase três quartos (73,6 %) dos participantes garantiram nunca ingerir glúten, enquanto 18,7 % afirmaram ingerir às vezes (uma vez a cada 10 ou 15 dias ou uma vez por mês), 6,6 % admitiram ingerir frequentemente (pelo menos uma vez por semana) e 1,1 % disse ingerir glúten sem restrição alguma. Os principais motivos alegados para o consumo de alimentos que contêm glúten foram a falta de alternativas (38 %); o consumo proposital (30 %) a fim de se sentir “normal”, por razões ligadas à socialização e desejo por produtos que contêm glúten; inadvertência de que o produto contém glúten (20 %) e o elevado custo dos produtos sem glúten (12 %). Não foi identificada associação significativa ($p = 0,23$) entre o tempo de diagnóstico e o fato de consumir glúten eventualmente (às vezes, frequentemente ou sem restrições).

Com relação à dificuldade de encontrar os alimentos sem glúten a maioria dos participantes (54 %) afirmou sentir moderada dificuldade; 8 % reportaram não sentir dificuldade, 21 % disseram sentir pouca dificuldade e 17 % consideraram sentir muita dificuldade. A maioria dos celíacos respondeu sentir pouca (38,2 %) ou nenhuma dificuldade de seguir a dieta (24,7 %), enquanto 25,8 % referiram moderada dificuldade e 11,3 % muita dificuldade. Os motivos apontados pelos participantes como os responsáveis pela dificuldade de seguir a dieta são as restrições à vida social, impostas pela dieta, que inclui a dificuldade de comer fora de casa; a restrita disponibilidade de produtos isentos de glúten, e a baixa palatabilidade dos alimentos. Não foram identificadas associações significantes entre o tempo de diagnóstico e a dificuldade de encontrar alimentos sem glúten ($p = 0,30$) ou entre o tempo de diagnóstico e a dificuldade de seguir a dieta ($p = 0,50$).

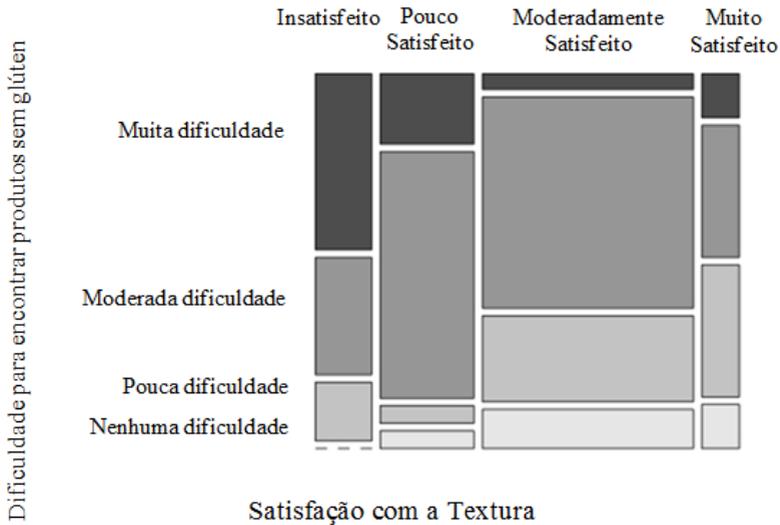
Questões sobre a satisfação com os atributos dos produtos sem glúten revelam que os principais motivos para a pouca satisfação ou insatisfação estavam relacionados com a variedade, o preço e a disponibilidade dos produtos no mercado, indo ao encontro da resposta obtida quando foram questionados sobre a dificuldade de encontrar os alimentos. A maioria dos participantes ainda afirmou estar moderadamente satisfeito com o gosto, textura e informações no rótulo, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Satisfação com os atributos dos produtos alimentícios sem glúten.

	Muito satisfeito (%)	Moderadamente satisfeito (%)	Pouco satisfeito (%)	Insatisfeito (%)
Gosto	30,2	54,0	12,4	3,4
Textura	10,5	52,3	23,2	14,0
Variedade	6,0	22,5	43,0	28,5
Preço	1,2	7,0	26,7	65,1
Disponibilidade no mercado	2,4	17,9	41,7	38,0
Informação no rótulo	26,5	42,5	19,5	11,5

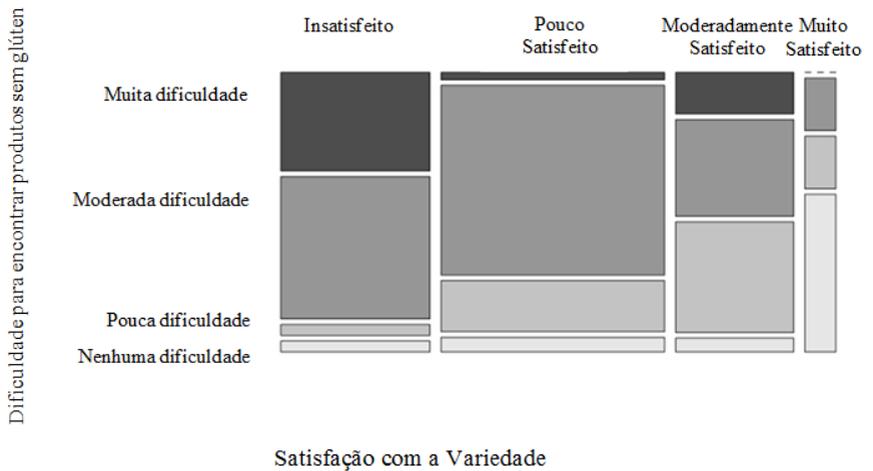
O teste de qui-quadrado verificou a associação entre o atributo “textura” e a variável “dificuldade de encontrar” alimentos sem glúten ($p = 0,016$). A análise de regressão logística também identificou que a variável textura está significativamente associada à “muita dificuldade de encontrar” alimentos sem glúten ($p = 0,03$). A regressão logística apontou que um maior número de celíacos que estão insatisfeitos com a textura refere ter muita dificuldade para encontrar alimentos sem glúten, além disso, nenhuma pessoa que se disse insatisfeita com a textura referiu “não ter dificuldades de encontrar” alimentos sem glúten. Contrariamente, a maioria das pessoas que afirmou muita satisfação com a textura, referiu não sentir nenhuma dificuldade de encontrar alimentos sem glúten, como pode ser verificado na Figura 1.

Figura 1 – Representação da satisfação com a textura vs dificuldade de encontrar alimentos sem glúten



A análise de regressão logística também identificou associação significativa entre as variáveis “variedade” e “dificuldade de encontrar” alimentos sem glúten ($p < 0,01$). Consumidores celíacos que estavam insatisfeitos com a variedade também referiam maior dificuldade de encontrar alimentos. Nenhum daqueles que se disse muito satisfeito referiu “muita dificuldade” para encontrar alimentos sem glúten, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Representação da satisfação com a variedade vs dificuldade de encontrar alimentos sem glúten



Os participantes foram questionados sobre a frequência que consumiam diferentes grupos de produtos (pães, pães com fibra, massas, biscoitos, torradas, bolos e cereais (em barra ou granola)). O grupo dos pães foi o que apresentou consumo diário mais frequente (Tabela 3).

Tabela 3 – Frequência de consumo de produtos alimentícios sem glúten, de acordo com os grupos de alimentos

Consumo (%)	Pães	Pães com fibra	Massas	Biscoitos	Torradas	Bolos	Cereais (barra de cereais/granola)
Todos os dias	52,8	15,3	1,4	12,5	1,4	5,6	11
Algumas vezes na semana	17,8	8,2	23,3	21,2	6,8	14,5	8,2
Algumas vezes no mês	5,4	7,5	23,6	19,6	7,5	23,6	12,8
Algumas vezes no ano	1,6	3,3	14,7	11,5	24,6	23	21,3
Mensalmente	0,0	22	11	0,0	22	45	0,0
Nunca consome	5,5	28,2	6,4	3,6	31,8	1,8	22,7

Para a maioria das categorias de produtos, os participantes relataram estar pouco ou moderadamente satisfeitos. O macarrão foi o produto com o qual a maioria (60,5 %) se disse muito satisfeito, enquanto os cereais foram a categoria de produtos que recebeu maior número de avaliações negativas. O pão, produto com maior consumo diário, apresentou moderada aceitação pela maioria dos celíacos (48,3 %), como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Satisfação com os produtos alimentícios sem glúten, de acordo com a categoria

	Muito satisfeito (%)	Moderadamente satisfeito (%)	Pouco satisfeito (%)	Insatisfeito (%)
Pão	27,0	48,3	19,1	5,6
Macarrão	60,5	26,7	5,8	7
Biscoitos / Bolachas	18,8	35,3	36,5	9,4
Torradas	19	24	33	24
Chocolate	30	30	29	11
Bolos	26,7	30,2	28	15,1
Salgadinhos de pacote	11,1	29,6	34,6	24,7
Cereais	15,6	31,2	27,2	26

As características sensoriais foram a variável mais levada em consideração na hora da realização das compras (33 %), seguida por preço (26,5 %), características nutricionais (17 %), marca (16 %), embalagem (4,6 %) e anúncios (2,7 %). O produto sem glúten que os celíacos desejavam que fosse desenvolvido, com as melhores características sensoriais e nutricionais, foi o pão.

4. DISCUSSÃO

A relação entre doença celíaca e alergia à proteína do leite ou intolerância à lactose é frequentemente relatada na literatura (LAMONTAGNE; WEST; GALIBOIS, 2001; ARAÚJO; ARAÚJO, 2011). De acordo com Ojetti et al. (2008) pessoas com doença celíaca podem desenvolver uma hipolactasia secundária, como consequência dos danos intestinais. Entretanto, muitos destes pacientes experimentam uma regressão da má-absorção da lactose após o início da dieta sem glúten e da normalização da função intestinal.

Pessoas com doença celíaca que obedecem ao tratamento restrito possuem uma qualidade de vida melhor do que as que não aderem totalmente à dieta sem glúten (NACHMAN et al., 2009). Dos participantes do presente estudo, em torno de 26 % admitiram consumir glúten, mesmo que esporadicamente. A principal razão foi a falta de alternativas.

As limitações que a dieta sem glúten impõe à vida social, a restrita disponibilidade e variedade dos produtos sem glúten e sua baixa palatabilidade, e o elevado preço foram fatores responsabilizados por

dificultarem o seguimento da dieta, e por gerar insatisfação entre os portadores da doença celíaca.

A insatisfação com a variedade, disponibilidade e preço dos produtos sem glúten tem sido identificada em outros estudos. Em várias partes do mundo, estes parecem ser um dos maiores problemas enfrentados por celíacos (LAMONTAGNE; WEST; GALIBOIS, 2001; ZARKADAS et al., 2006; ARAÚJO; ARAÚJO, 2011; BRAVO; MUÑOZ, 2011). De acordo com Sverker, Hensing e Hallert (2005) a pequena variedade de produtos alimentícios sem glúten é uma das maiores dificuldades do cotidiano, uma vez que restringe as escolhas alimentares e torna a dieta monótona.

Em um estudo conduzido em estabelecimentos comerciais do Reino Unido, Singh e Whelan (2011) identificaram que havia uma limitada disponibilidade de produtos e que os preços de todos os produtos alimentícios sem glúten era significativamente superior aos seus equivalentes convencionais, custando entre 76 - 518 % mais caro. Resultados semelhantes foram reportados por Lee et al. (2007), nos Estados Unidos da América. Os autores também identificaram que todos os produtos alimentícios sem glúten eram significativamente mais caros do que seus equivalentes convencionais, custando em média 240 % mais.

As evidências do presente estudo sugerem que a limitada disponibilidade de produtos alimentícios sem glúten, aliada aos elevados preços destes alimentos pode ter impacto negativo na adesão à dieta isenta em glúten. Este padrão oferece potenciais consequências à qualidade de vida de pessoas com doença celíaca e complicações clínicas e nutricionais (LEE et al., 2007; SINGH; WHELAN, 2011).

A baixa palatabilidade e a pressão social também são fatores que já foram identificados como prejudiciais à adesão da dieta (LERNER, 2010). Olsson et al. (2009) e Roma et al. (2010) verificaram que entre crianças e adolescentes a baixa palatabilidade dos alimentos sem glúten é a principal razão para a fraca adesão ao tratamento. No presente estudo, constatou-se que este fato também afeta a adesão de adultos à dieta sem glúten.

Embora no Brasil as inscrições “contém glúten” ou “não contém glúten” sejam obrigatórias nos rótulos de todos os alimentos industrializados (BRASIL, 2003), a contaminação de alimentos por glúten foi bastante citada pelos entrevistados.

Provavelmente o desejo por um pão sem glúten com melhores características sensoriais e nutricionais referido pela maioria dos participantes tenha raízes culturais. O pão é o alimento mais consumido

do mundo (MILDE; RAMALLO; PUPPO, 2010). Os pães sem glúten, no entanto, frequentemente são caracterizados por uma massa líquida na etapa que antecede o cozimento, e quando assados possuem problemas de textura, cor e outros defeitos de qualidade, resultando em baixa palatabilidade e aceitação sensorial (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). Além disso, comumente estes produtos são elaborados a partir de matérias-primas refinadas, não fortificadas ou enriquecidas (DO NASCIMENTO et al., 2013).

A seleção e o consumo de alimentos é um fenômeno complexo, influenciado por fatores relacionados ao *marketing*, a aspectos psicológicos e sensoriais. Usualmente, as características sensoriais de um produto costumam determinar as escolhas dos consumidores (GUERRERO et al., 2000). A substituição do trigo por ingredientes funcionais pode beneficiar os aspectos tecnológicos e nutricionais, entretanto, é fundamental assegurar que os produtos sem glúten possuam características apropriadas de aparência, aroma, gosto e textura, já que são esses os determinantes da aceitabilidade sensorial por consumidores celíacos (PAGLIARINI; LAUREATI; LAVELLI, 2010). Esse fato foi evidenciado no presente estudo, uma vez que os participantes apontaram que as características sensoriais eram a principal variável considerada na hora da realização das compras. A textura, um atributo que compõe as características sensoriais, é um dos principais fatores determinantes da qualidade de um alimento (BOURNE, 2002; SAHIN; SAMNU, 2006). Além do mais, para o consumidor, pouco vale um produto com excelentes características químicas, físicas ou microbiológicas, se as características sensoriais não preencherem suas necessidades ou anseios (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2010).

5. CONCLUSÃO

Enquanto 30 % dos entrevistados mencionaram estar muito satisfeitos com o gosto dos produtos sem glúten, aspectos que afetam a qualidade de vida e a socialização, como a variedade, o preço e a disponibilidade dos produtos sem glúten, foram os que geraram maior insatisfação entre os consumidores celíacos. A limitada variedade e os problemas com a textura dos produtos aumentaram a dificuldade de encontrar alimentos. Todos esses aspectos são potenciais indutores do consumo de alimentos que contêm glúten, o que pode acarretar em prejuízos à saúde e bem estar dessa população. O desejo por um pão com melhores características nutricionais e sensoriais confirma o

desafio que continua sendo desenvolver produtos de panificação com boa qualidade. Os resultados deste estudo ainda reforçam a hipótese de que os avanços tecnológicos propostos academicamente não estão chegando até os consumidores. Consta-se ainda que o principal atributo levado em conta na realização das compras por celíacos é o aspecto sensorial.

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, n. 1, p. 105–109, 2011.
- ARENDRT, E. K. et al. Gluten-free breads. In: ARENDRT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 13, p. 289-319.
- BOGUE, J.; SORENSON, D. The marketing of gluten-free cereal products. In: ARENDRT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 17, p. 393-411.
- BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2. ed. Londres: Academic Press, 2002. 423 p.
- BRASIL. Lei n. 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em:
<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=5854>.
- BRAVO, F. M.; MUÑOZ, M. P. Adherencia e impacto de la dieta sin gluten en niños con enfermedad celíaca. **Revista Chilena de Pediatría**, v. 82, n. 3, p. 191-197, 2011.
- DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MININ, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. cap. 1, p. 13-49.

DO NASCIMENTO, A. B. et al. Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 217-222, 2013.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, n. 3-4, p.143-152, 2004.

GUERRERO, L. et al. Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 5, p. 387-395, 2000.

HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the diagnosis of coeliac disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.

LAMONTAGNE, P.; WEST, E. G.; GALIBOIS, I. Quebecers with celiac disease: analysis of dietary problems. **Canadian Journal of Dietetic Practice and Research**, v. 62, n. 4, p. 175-181, 2001.

LEE, A. R. et al. Economic burden of a gluten-free diet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 20, n. 5, p. 423-430, 2007.

LERNER, A. New therapeutic strategies for celiac disease. **Autoimmunity Reviews**, v. 9, n. 3, p. 144-147, 2010.

LOHI, S. et al. Increasing prevalence of coeliac disease over time. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 25, n. 9, p. 1217-1225, 2007.

LUDVIGSSON, J. F.; GREEN, P. H. R. Clinical management of coeliac disease. **Journal of Internal Medicine**, v. 269, n. 6, p. 560-571, 2011.

MARIOTTI, M. et al. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v. 42, n. 8, p. 963-975, 2009.

MILDE, L. B.; RAMALLO, L. A.; PUPPO, M. C. Gluten-free bread based on tapioca starch: texture and sensory studies. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 3, p. 888-896, 2010.

NACHMAN, F. et al. Quality of life in celiac disease patients: prospective analysis on the importance of clinical severity at diagnosis and the impact of treatment. **Digestive and Liver Disease**, v. 41, n. 1, p. 15-25, 2009.

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

OJETTI, V. et al. Regression of lactose malabsorption in coeliac patients after receiving a gluten-free diet. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v. 43, n. 2, p. 174-177, 2008.

OLSSON, C. et al. Food that makes you different: the stigma experienced by adolescents with celiac disease. **Qualitative Health Research**, v. 19, n. 7, p. 976-984, 2009.

PAGLIARINI, E.; LAUREATI, M.; LAVELLI, V. Sensory evaluation of gluten-free breads assessed by a trained panel of celiac assessors. **European Food Research and Technology**, v. 231, n. 1, p. 37-46, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2011. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

ROMA, E. et al. Dietary compliance and life style of children with coeliac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 23, n. 2, p. 176-182, 2010.

SAHIN, S; SAMNU, S. G. **Physical properties of foods**. New York: Springer, 2006. 254 p.

SINGH, J.; WHELAN, K. Limited availability and higher cost of gluten-free foods. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 24, n. 5, p. 479-486, 2011.

SVERKER, A.; HENSING, G.; HALLERT, C. “Controlled by food” – lived experiences of celiac disease. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 18, n. 3, p. 171-180, 2005.

TACK, G. J. et al. The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment. **Nature Reviews – Gastroenterology and Hepatology**, v. 7, n. 4, p. 204-213, 2010.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

ZARKADAS, M. et al. The impact of a gluten-free diet on adults with coeliac disease: results of a national survey. **Journal of Human Nutrition and Dietetic**, v. 19, n. 1, p. 41-49, 2006.

8. CAPÍTULO 6

EXPECTATIVAS DE INDIVÍDUOS COM DOENÇA CELÍACA EM RELAÇÃO A PÃES SEM GLÚTEN

Expectativas de indivíduos com doença celíaca em relação a pães sem glúten

RESUMO

A opinião de indivíduos com doença celíaca a respeito de produtos sem glúten destinados a seu consumo não tem recebido a devida importância em pesquisas. Diante desta lacuna, este estudo investigou quais as características que estes indivíduos desejavam encontrar em um pão sem glúten. Utilizando um roteiro semiestruturado, foram conduzidas entrevistas individuais com celíacos membros da associação brasileira de celíacos (ACELBRA-SC). Vinte e uma entrevistas foram gravadas, transcritas e o conteúdo analisado pela técnica de análise de conteúdo. Os resultados foram agrupados em quatro categorias: características físicas, aspectos sociais, valor nutricional e aspectos econômicos. Frequentemente, a descrição das características físicas do pão desejado remetiam às de um pão tradicionalmente consumido no Brasil, com textura crocante de crosta e maciez de miolo, bem como tamanho que proporcionaria maior versatilidade. Os aspectos sociais foram intensamente mencionados. O desejo de que o pão ideal permitisse uma melhor socialização, garantindo a “normalização” da rotina era expresso. Já a importância dada às características nutricionais e aspectos econômicos do pão foram subsequentes e condicionadas a adequadas características físicas. Verificou-se que os pães aos quais os entrevistados tinham acesso não correspondiam às suas expectativas. O desejo por um pão semelhante ao consumido antes do diagnóstico de doença celíaca esteve fortemente relacionado a aspectos sociais que interferem diretamente na rotina destes consumidores. Identificar as expectativas destes indivíduos é importante para o desenvolvimento de pães sem glúten com características satisfatórias para este mercado consumidor. Desenvolver produtos com adequadas características físicas, nutricionais e preço justo pode colaborar para a maior adesão ao tratamento.

Palavras-chave: Consumidor; Entrevista; Escolha Alimentar; Pão; Pesquisa Qualitativa; Sensorial.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que a Doença Celíaca, uma desordem imunomediada sistêmica desencadeada pela ingestão de glúten e prolaminas relacionadas em indivíduos geneticamente susceptíveis (HUSBY et al., 2012), atinja em torno de 1 % da população mundial (LUDVIGSSON; GREEN, 2011). Até o momento, o único tratamento disponível para a patologia é a adoção de uma dieta isenta em glúten em caráter permanente (RUBIO-TAPIA et al., 2013). Embora o tratamento seja eficaz, pode ser comprometido por problemas com os aspectos sensoriais, sociais e econômicos da dieta (NIEWINSKI, 2010; SELIMOĞLU; KARABIBER, 2010; TACK et al., 2010).

O glúten desempenha funções únicas e fundamentais nas características da qualidade de produtos de panificação, uma vez que se atribui a ele a capacidade de absorver água, bem como as características de coesividade, viscosidade e elasticidade da massa (WIESER, 2007). Desta forma, sua remoção converge em produtos com massa líquida, problemas de textura e de cor após assados (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; LERNER, 2010).

Embora a indústria de alimentos venha tentando transpor os desafios da remoção do glúten, e o número de produtos sem glúten disponíveis comercialmente tenha crescido nos últimos anos, muitas formulações de pães sem glúten ainda utilizam pouca tecnologia, possuem baixa qualidade nutricional e apresentam problemas com a qualidade sensorial dos produtos, o que inclui pães com textura e sabor desagradáveis (MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013).

Academicamente, percebe-se um crescimento no número de estudos que desenvolvem e avaliam as propriedades tecnológicas de produtos sem glúten, entretanto, pouca atenção é destinada a opinião dos indivíduos com doença celíaca sobre os produtos destinados ao seu consumo. Este fato é bastante surpreendente, uma vez que a aparência, o aroma, o sabor e a textura desempenham um papel fundamental na apreciação dos alimentos e, por conseguinte, no seu consumo (LAUREATI; GIUSSANI; PAGLIARINI, 2012).

Por essa razão, foi conduzido um estudo preliminar com indivíduos com doença celíaca (dados não publicados) o qual identificou que um pão com melhores características sensoriais e nutricionais era o produto que estes indivíduos mais desejavam que fosse desenvolvido. Por conseguinte, no presente estudo, adotando uma abordagem qualitativa, objetivou-se investigar quais as características desejadas por indivíduos com doença celíaca em relação ao pão sem glúten.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 SELEÇÃO DE PARTICIPANTES

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa em que indivíduos com doença celíaca, membros da Associação de Celíacos do Brasil (ACELBRA-SC) foram convidados a participar de entrevistas individuais. Foram considerados critérios de inclusão: indivíduos com diagnóstico de doença celíaca, de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, e residentes na capital de um Estado do sul do Brasil. Todos os que preencheram estes critérios, aceitaram participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, elaborado em conformidade com as disposições da Declaração de Helsinki (WORLD MEDICAL ASSOCIATION, 2008) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina foram incluídos no estudo (Protocolo n° 2239/2011).

2.2 ENTREVISTAS

As entrevistas foram realizadas individualmente em dezembro de 2012, em local, data e horário definidos pelos próprios participantes e conduzidas por um entrevistador treinado. Utilizou-se um roteiro semiestruturado, desenvolvido de acordo com diretrizes estabelecidas por Krueger e Casey (2009). O roteiro foi testado com indivíduos com características similares aos da amostra do estudo. Os resultados das entrevistas-piloto não foram incluídos no estudo. As perguntas (Figura 1) foram realizadas no momento mais apropriado da entrevista, sem obrigatoriedade de seguir a sequência. Todas as entrevistas foram gravadas com gravador digital Panasonic ® RR-US450, com a anuência dos participantes.

Figura 1 – Roteiro semiestruturado utilizado nas entrevistas com os indivíduos com doença celíaca

- 1) Por que o pão?
- 2) Pense no pão que você gostaria de consumir. O que mais desperta o seu desejo quando pensa em um pão?
- 3) É um pão doce ou um pão salgado?
- 4) Que textura tem esse pão?[É crocante? Tem crosta? É macio]?
- 5) Que cor? [Você prefere um pão mais “moreninho” ou mais “branquinho”]?
- 6) Que formato tem esse pão?
- 7) Que tamanho ele tem?
- 8) E se esse pão ideal for integral?
- 9) Sendo integral o valor nutricional seria maior, mas possivelmente isso teria um custo também. E então?
- 10) Até quanto você está disposto a pagar por um produto com elevada qualidade nutricional e sensorial?
- 11) E no seu dia a dia que você leva mais em consideração: o valor nutricional, os aspectos sensoriais, como sabor, textura, aroma, ou o preço?

2.3 ANÁLISE DOS DADOS

O conteúdo das entrevistas foi transcrito *verbatim* e analisado por meio de Análise de Conteúdo, a qual baseia-se na utilização de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens (BARDIN, 2010).

Para que esta análise fosse possível, primeiramente, foi realizada a leitura criteriosa do material, repetidas vezes, contando com o recurso de áudio para avaliar a entonação conferida pelos entrevistados, permitindo tanto a familiarização com o conteúdo das entrevistas, quanto a identificação de tendências no texto. Após essa etapa, o material foi codificado, ou seja, os dados brutos (palavras ou frases) foram sinalizados de acordo com seu significado. Posterior a esta etapa, foi realizado o procedimento de categorização do material codificado. Os dados codificados foram agrupados de acordo com os seus códigos, de modo a formar categorias capazes de expressar ideias e significados. As categorias fracas ou generalistas foram reagrupadas até surgirem categorias fortes ou terminais, observando os princípios de exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, objetividade, fidelidade e produtividade (BARDIN, 2010). Para garantir a confiabilidade dos dados alocados em cada categoria, o processo de categorização foi

realizado duas vezes, por intermédio da leitura e interpretação dos dados codificados anteriormente (KIDD; PARSHALL, 2000).

3. RESULTADOS

Foram realizadas 21 entrevistas, três com indivíduos do sexo masculino. Os entrevistados tinham entre 24 e 78 anos, e o tempo de diagnóstico variou de 11 meses a 20 anos. Nenhum dos entrevistados teve diagnóstico na infância. As entrevistas totalizaram 4 horas, 48 minutos e 52 segundos, apresentando duração média de 14 minutos.

A grande valorização do pão foi justificada por considerarem que as opções disponíveis não atendem suas expectativas, bem como comprometem a socialização. Os entrevistados com diagnóstico mais antigo (superior a 10 anos) se mostraram menos insatisfeitos com os pães sem glúten disponíveis no mercado. A insatisfação com as características de sabor e textura dos pães sem glúten disponíveis foi intensamente mencionada.

“Provavelmente porque é o pior produto sem glúten que tem disponível. Porque é horrível na maioria das vezes... Os que eu consumo eu ainda não acho tão ruins se forem comprados e se tiverem sido produzidos naquele dia ou se tiverem sido tostados ou alguma coisa assim, agora comer um pão que não foi produzido no dia, que não foi tostado é completamente impossível. Sem falar que no café da manhã é o que a gente tá culturalmente acostumado a comer...” (Mulher, 30 anos, 5 anos de diagnóstico).

Os resultados das entrevistas foram agrupados em quatro categorias temáticas: características físicas do pão, aspectos sociais, valor nutricional e aspectos econômicos. As duas primeiras são as que concentram o maior número de falas. Foi comum os entrevistados apontarem características negativas dos pães sem glúten normalmente consumidos para fazer um paralelo com o que eles desejavam que fosse desenvolvido.

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A característica de textura foi a que apresentou o maior número de comentários negativos em relação ao produto disponível no mercado, descrito como “esfarelento”, “borrachudo”, “duro”, “abatumado”, “seco”, “massudo”. Os entrevistados afirmaram desejar um pão com

massa mais leve, miolo macio e crosta crocante, similar ao pão francês convencional.

“Ah eu acho que se fosse pra escolher um seria uma textura de pão francês, ou seja, com uma casquinha e um interior fofo, porque os pães que a gente vê por aí são pães assim que na verdade ficam com uma aparência de borracha... Eu acho que se fosse pra escolher um pão ideal seria o pão francês tradicional, tostadinho por fora e macio por dentro.” (Homem, 39 anos, 2 anos de diagnóstico).

Em relação ao sabor e odor, novamente o exemplo mencionado foi o pão francês. Segundo os entrevistados, por existir maior variedade de produtos doces sem glúten no mercado, há maior necessidade de um pão salgado, não recheado ou temperado, que possa ser utilizado para fazer um sanduíche, um cachorro quente ou um hambúrguer. A praticidade e versatilidade que o mesmo proporcionaria foi destacada pelos entrevistados.

Embora tenha se observado a predileção por um pão com crosta mais escura, essa pareceu não ser uma característica determinante de aceitação do produto. Em relação ao tamanho/porção foi mencionado que seria ideal se o pão fosse disponibilizado em porções individuais. Alguns mencionaram que gostariam que o pão tivesse formato de pão de forma, entretanto, as fatias deveriam ter o mesmo tamanho das dos pães convencionais e ser disponibilizado em embalagens com poucas fatias, pelo fato de em muitas residências somente haver um celíaco.

“O formato é muito importante, é essencial. O formato que seja suficiente pra se fazer um sanduíche... um pão francês, um pão de hambúrguer, variedades desses pães, porque esses pães que existem à venda, são pães do tipo fatia né” (Homem, 39 anos, 2 anos de diagnóstico).

Foram frequentes os comentários mencionando que o pão ao qual comumente têm acesso é encontrado congelado, necessitando ser aquecido ou torrado para alcançar melhores características de sabor e textura. Nesse contexto, os entrevistados expressaram o desejo por um produto fresco, que pudesse ser consumido à temperatura ambiente.

“...a maioria dos pães sem glúten que eu conheço [...] são vendidos congelados, e eu quero um pão fresco, eu não quero um pão congelado, onde eu vou tirar do congelador, botar no micro-ondas e ficar aquele

gosto de “borracha” de micro-ondas.” (Mulher, 37 anos, 5 anos de diagnóstico).

3.2 ASPECTOS SOCIAIS

A questão da disponibilidade também foi percebida nas colocações que expressavam a rotina dos entrevistados. Nesse contexto emergiu das falas o desejo por um pão que pudesse ser adquirido com maior facilidade, em um número maior de estabelecimentos e pronto para o consumo. O desejo por uma maior variedade de pães sem glúten também foi manifestado.

A questão da socialização entre celíacos e não-celíacos foi enfatizada. Em vários momentos das entrevistas os participantes utilizaram a palavra “normal” ou expressaram o desejo de “normalidade” não somente para descrever as características sensoriais ideais de um pão sem glúten, mas também para expressar características sociais proporcionadas pelo consumo alimentar.

“... o que mais me estimula o desejo do pão, eu acho que na verdade não é nem o sabor, na verdade é você conseguir se integrar assim, você também come pão entendeu? E as pessoas não vão falar “Ai, você não come pão, o que você come?”. E aí você não passa mais a viver só de luz, porque pão é cultural, entendeu? Pão está em todo lugar, como eu estava te falando, e as pessoas não vão chegar pra você e achar que você não come mais nada na sua vida, “O que você come?” e quando você fala “Não, eu como pão!” aí pronto, acabou a conversa, você não é mais doente. (Mulher, 25 anos, 3 anos de diagnóstico).

3.3 VALOR NUTRICIONAL

Espontaneamente alguns entrevistados referiram insatisfação com o fato de os produtos sem glúten disponíveis para comercialização serem muito calóricos e gordurosos. Também demonstraram preocupação com a possibilidade de os produtos sem glúten conterem uma elevada quantidade de aditivos ou conservantes. Embora quando estimulados a descrever o pão ideal os aspectos nutricionais não tenham emergido espontaneamente nas falas da maioria, quando questionados diretamente sobre estas características afirmaram se importar com o valor nutricional do pão sem glúten, bem como achar interessante a utilização de matérias-primas com maior valor nutricional. Os entrevistados consideraram que o emprego dessas matérias-primas beneficiaria

especialmente o teor de fibras dos pães. Além disso, vários participantes relacionaram as matérias-primas aos aspectos sensoriais do pão e afirmaram que gostariam que no pão fossem adicionadas sementes e/ou grãos inteiros, como por exemplo, linhaça, gergelim, chia, etc. Esse comentários precediam a associação com os aspectos sensoriais proporcionados pela utilização destes ingredientes. Apesar de afirmarem que a qualidade nutricional é uma característica importante, alguns comentários elucidaram que esta não é uma prioridade quando se trata de pão.

“... se conseguisse botar alguma coisa de integral seria bom, porque a maioria dos pães sem glúten são brancos, a gente quase não tem a opção de pão integral, então se, né... Não que ele fosse um pão integral, até porque ele perderia as características que eu falei, mas se ele tivesse alguma característica que trouxesse algum benefício, não só farinha branca, já seria um grande avanço. Porque a dieta do celíaco acaba ficando muito em farinhas brancas, qualquer coisa que é feita sem glúten é da farinha branca, é muito difícil farinha integral. Então se em um pão já tivesse um alto valor nutricional já ia ajudar nessa parte que a gente perde com os outros produtos.” (Mulher, 24 anos, 5 anos de diagnóstico).

3.4 CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS

Comentários relativos ao preço dos pães sem glúten não emergiram voluntariamente na descrição das características do produto. Quando questionados diretamente com relação a esta característica os entrevistados foram unânimes em relatar que acham que os preços são elevados. Embora a maioria tenha demonstrado estar conformada com o elevado preço dos produtos sem glúten, alguns entrevistados referiram sentir que há certa exploração quanto ao preço. Ainda, surgiram comentários que demonstravam preocupação com pessoas com baixo poder aquisitivo.

Apesar da preocupação com o elevado preço dos produtos, os entrevistados foram unânimes em afirmar que, se o produto alcançasse as características sensoriais desejadas, estariam dispostos a pagar mais caro pelo pão, mesmo que este não pudesse ser consumido diariamente. Neste contexto emergiram falas que ressaltavam a importância do preço ser considerado justo pelos consumidores.

“Eu acho que sim, porque eu já estou tão acostumada a pagar caro pelas coisas que se chega um produto que é gostoso, que eu quero comer e que eu preciso comprar aquilo eu compro independente do preço. Eu já estou acostumada, tem gente que olha e diz “Meu Deus mas é um absurdo de caro, olha quanto tu ta pagando”, mas é a única chance que eu tenho de comer tal produto, então eu vou pagar o preço que colocarem, não é um empecilho. Eu não vou comer com tanta frequência, mas eu vou comer sempre que eu quiser por que isso não me impede.” (Mulher, 24 anos, 5 anos de diagnóstico).

Ao final das entrevistas, foi questionado aos participantes qual dos atributos era mais importante na hora da realização da compra. A maioria afirmou que são as características físicas as principais responsáveis pela aquisição do pão sem glúten. Muitos afirmaram que em função da dificuldade de encontrar um pão sem glúten saboroso, quando isso acontecer, as demais características (nutricionais e custo) não serão relevantes. Numa ordem de importância, identificou-se que as questões nutricionais sucediam os aspectos sensoriais, e o custo do produto foi a característica menos relevante.

“... eu sei que eles vão ser caros então não tem muito o que mudar no custo. Eu prefiro comprar um produto gostoso, que eu sei que eu vou ficar feliz comendo ele, independente do preço, e muitas vezes não me importando tanto com o nutricional porque na maioria vai ser pão branco mesmo.” (Mulher, 24 anos, 5 anos de diagnóstico).

4. DISCUSSÃO

A escolha alimentar é um processo frequente, multifacetado, situacional, dinâmico e complexo, que envolve a avaliação de aspectos relacionados com a história pessoal dos indivíduos, fatores sociais, culturais e econômicos, bem como a percepção sobre os alimentos (SOBAL; BISOGNI, 2009). No presente estudo, a partir de uma abordagem qualitativa, foram investigados os motivos pelos quais o pão foi o produto mais desejado por indivíduos com doença celíaca, bem como, quais deveriam ser as características de um pão sem glúten ideal. Neste contexto, foram mencionadas razões ligadas principalmente a questões sociais da alimentação e a aspectos sensoriais dos produtos disponíveis no mercado.

O pão é um alimento básico, largamente consumido em todas as partes do mundo. Embora exista ampla diversidade de tipos de pão, o

termo “pão”, usualmente, refere-se a produtos de trigo com levedura fermentada (HAGER et al., 2012). O trigo, assim como a cevada e o centeio, é importante fonte de glúten, e, portanto, deve ser eliminado da alimentação de indivíduos com doença celíaca (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004). Uma vez que são as frações proteicas do glúten, a gliadina e a glutenina, as responsáveis por parâmetros reológicos da massa e perfil viscoamilográfico adequados (BARAK; MUDGIL; KHATKAR, 2013), pães sem glúten costumam ter certas características inadequadas (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004).

Problemas relacionados com a textura do pão sem glúten disponível no mercado foram frequentemente citados. A textura destaca-se como um dos principais fatores determinantes da qualidade de um alimento (BOURNE, 2002; SAHIN; SAMNU, 2006), pois desempenha importante efeito na aceitação dos produtos alimentícios pelos consumidores, uma vez que os indivíduos apreciam muito identificar modificações na textura, o que afeta também o perfil de sabor por meio do caminho retronasal (FUNAMI, 2011).

Em uma pesquisa que comparou a percepção sensorial e hedônica de celíacos e não celíacos a respeito de pães sem glúten disponíveis para comercialização, Laureati, Guissani e Pagliarini (2012) identificaram que em ambos os grupos a preferência estava positivamente correlacionada com os descritores sensoriais “gosto doce”, “porosidade” e “maciez”, e negativamente correlacionada com “gosto salgado”, “borrachudo” e “adesividade”. Da mesma forma, no presente trabalho, percebeu-se uma ênfase dos descritores de textura tanto na descrição do pão desejado, quanto nas razões para a insatisfação com os produtos disponíveis. Enquanto no estudo de Laureati, Guissani e Pagliarini (2012) identificou-se uma correlação negativa com a preferência pelo “gosto salgado” dos pães comerciais, na presente pesquisa os entrevistados almejavam um pão salgado, tanto em função da limitada disponibilidade, quanto em razão da versatilidade que os pães salgados proporcionam. Tais achados podem indicar que o gosto dos pães salgados disponíveis no mercado não atende os desejos destes consumidores.

Além das características de textura e de sabor, os demais atributos - cor, cheiro, tamanho e formato - utilizados para descrever o pão desejado convergiram para a descrição de um pão tradicionalmente consumido no Brasil, conhecido como Pão Francês. De acordo com o Inquérito Alimentar Nacional, este pão, também conhecido como “pão de trigo” ou “pão de sal” é consumido por 63 % da população brasileira

(SOUZA et al., 2013). Os resultados indicaram que os indivíduos com doença celíaca, principalmente aqueles com menor tempo de diagnóstico desejavam ter à disposição pães com as mesmas características dos consumidos antes do diagnóstico, os quais chamaram de “normais”. Cabe ressaltar que nenhum dos entrevistados teve o diagnóstico na infância, portanto, devido à sua “memória” das propriedades sensoriais dos alimentos a base de trigo, têm maior dificuldade em aceitar os produtos sem glúten (PAGLIARINI; LAUREATI; LAVELLI, 2010).

Ainda no contexto da “normalidade” os entrevistados expressaram o desejo que a disponibilidade do pão sem glúten fosse maior, e não limitada a alguns estabelecimentos, como estão acostumados. Olsson et al. (2009) também utilizando abordagem qualitativa, descreveram que a aparência diferente e a limitada disponibilidade de alimentos sem glúten eram motivos de desconforto social entre os adolescentes, pois aumentavam negativamente sua visibilidade, os comentários e a curiosidade de terceiros a cerca do que eles comem, bem como os questionamentos sobre a doença. A insatisfação com os aspectos sensoriais e com a disponibilidade dos produtos sem glúten também está associada à baixa adesão à dieta sem glúten (OLSSON et al., 2008).

Estudos reportam que frequentemente os produtos sem glúten possuem baixo valor nutricional, pois costumam ser elaborados a partir de amidos e farinhas refinadas (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2004; DO NASCIMENTO et al., 2013) e habitualmente têm o custo muito mais elevado do que produtos similares que contêm glúten (SINGH; WHELAN, 2011). Os entrevistados do presente estudo reconheceram que os pães sem glúten disponíveis no mercado possuem baixo valor nutricional e preço elevado. No entanto, salientaram que de nada adianta um pão nutricionalmente adequado e/ou com baixo custo se este não satisfizer suas necessidades sensoriais. Tal comportamento está de acordo com a afirmação de que as características sensoriais, representadas pela resposta integrada a estímulos químicos e físicos transmitidos pelos alimentos por meio da aparência, odor, sabor e textura, são os principais fatores para a aceitação de um produto alimentício (FORDE; DELAHUNTY, 2004; LAUREATI; GUISSANI; PAGLIARINI, 2012).

5. CONCLUSÃO

Os pães sem glúten disponíveis no mercado não atende às expectativas deste grupo de consumidores. O desejo por um pão com características físicas satisfatórias e semelhantes às encontradas no pão francês tradicional, que contém glúten, se sobressaiu aos aspectos nutricionais e ao custo do produto. Questões relacionadas aos aspectos sociais proporcionados pelos alimentos emergiram de maneira contundente. Ter a disposição um pão com características físicas semelhantes ao consumido antes do diagnóstico foi intensamente relacionado aos aspectos sociais que interferem diretamente na qualidade de vida destes consumidores. Neste sentido o pão significou mais do que um alimento fonte de nutrientes, mas a possibilidade da retomada de uma rotina “normal”. Identificar as expectativas dos indivíduos com doença celíaca a respeito dos produtos destinados ao seu consumo pode contribuir para o desenvolvimento de produtos com características satisfatórias para este mercado consumidor, e assim, colaborar para a maior adesão ao tratamento.

REFERÊNCIAS

- BARAK, S.; MUDGIL, D.; KHATKAR, B. S. Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties. **LWT – Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 211-217, 2013.
- BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2. ed. Londres: Academic Press, 2002. 423 p.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2010. 223 p.
- BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2. ed. Londres: Academic Press, 2002. 423 p.
- DO NASCIMENTO, A. B. et al. Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 217-222, 2013.

FORDE, C. G.; DELAHUNTY, C. M. Understanding the role cross modal sensory interactions play in food acceptability in younger and older consumers. **Food Quality and Preference**, v. 15, n. 7-8, p. 715-727, 2004.

FUNAMI, T. Next target for food hydrocolloid studies: texture desing of foods using hydrocolloid technology. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 8, p. 1904-1914, 2011.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T.R.; ARENDT, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, v.15, n. 3-4, p.143-152, 2004.

HAGER, A. S. et al. Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. **European Food Research and Technology**, v. 235, n. 2, p. 333-344, 2012.

HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the diagnosis of coeliac disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.

KIDD, P. S.; PARSHALL, M. B. Getting the focus and the group: enhancing analytical rigor in focus group research. **Qualitative Health Research**, v. 10, n. 3, p. 293- 308, 2000.

KRUEGER, R. A.; CASEY, M. A. **Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research**. 4 ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2009. 217 p.

LAUREATI, M.; GUISSANI, B.; PAGLIARINI, E. Sensory and hedonic perception of gluten-free bread: comparison between celiac and non-celiac subjects. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 326-333, 2012.

LERNER, A. New therapeutic strategies for celiac disease. **Autoimmunity Reviews**, v. 9, n. 3, p. 144-147, 2010.

LUDVIGSSON, J. F.; GREEN, P. H. R. Clinical management of coeliac disease. **Journal of Internal Medicine**, v. 269, n. 6, p. 560-571, 2011.

- MARIOTTI, M.; PAGANI, M. A.; LUCISANO, M. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 1, p. 393-400, 2013.
- NIEWINSKI, M. M. Advances in celiac disease and gluten-free diet. **Journal of American Dietetic Association**, v. 108, n. 4, p. 661-672, 2008.
- OLSSON, C. et al. The everyday life of adolescent coeliacs: issues of importance for compliance with the gluten-free diet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 21, n. 4, p. 359-367, 2008.
- OLSSON, C. et al. Food that makes you different: the stigma experienced by adolescents with celiac disease. **Qualitative Health Research**, v. 19, n. 7, p. 976-984, 2009.
- PAGLIARINI, E.; LAUREATI, M.; LAVELLI, V. Sensory evaluation of gluten-free breads assessed by a trained panel of celiac assessors. **European Food Research and Technology**, v. 231, n. 1, p. 37-46, 2010.
- RUBIO-TAPIA, A. et al. ACG Clinical Guidelines: diagnosis and management of celiac disease. **American Journal of Gastroenterology**, v. 108, n. 5, p. 656-676, 2013.
- SAHIN, S; SAMNU, S. G. **Physical properties of foods**. New York: Springer, 2006. 254 p.
- SELIMOĞLU, M. A.; KARABIBER, H. Celiac disease - prevention and treatment. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v. 44, n. 1, p. 4-8, 2010.
- SINGH, J.; WHELAN, K. Limited availability and higher cost of gluten-free foods. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 24, n. 5, p. 479-486, 2011.
- SOBAL, J.; BISOGNI, C. A. Constructing food choice decisions. **Annals of Behaviour Medicine**, v. 38, Supp 1, S37-46, 2009.

SOUZA, A. M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil - inquérito nacional de alimentação 2008 – 2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 1, p. 190S-199S, 2013.

TACK, G. J. et al. The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment. **Nature Reviews – Gastroenterology and Hepatology**, v. 7, n. 4, p. 204-213, 2010.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

WORLD MEDICAL ASSOCIATION. Declararion of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects. Disponível em: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>

9. CAPÍTULO 7

DESENVOLVIMENTO DE PÃO SEM GLÚTEN TIPO FRANCÊS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE HIDROCOLÓIDE GOMA XANTANA E PSEUDOCEREAIS

Desenvolvimento de pão sem glúten tipo francês a partir da utilização de hidrocolóide goma xantana e pseudocereais

RESUMO

Nos últimos anos verifica-se um importante crescimento no número de pesquisas que objetivam remover o glúten de produtos de panificação, e assim, contribuir com o tratamento da doença celíaca. Entretanto, pouco se sabe sobre as características que estes indivíduos desejam encontrar nestes produtos. Desta forma, o objetivo deste estudo foi desenvolver um pão sem glúten a partir da descrição realizada por pessoas com doença celíaca. O pão descrito era semelhante a um pão tradicionalmente consumido no Brasil, com textura de crosta crocante e miolo macio. Foram elaboradas duas formulações utilizando farinhas dos pseudocereais amaranto (F1) ou de quinoa (F2) e goma xantana. Três outras formulações foram elaboradas para servirem de controle. Os parâmetros nutricionais, físicos, de microestrutura e sensoriais foram avaliados. A adição dos pseudocereais aumentou significativamente ($p < 0,05$) o teor de fibras dos pães e de proteína para F1. Na análise de perfil de textura verificou-se que a goma xantana reduziu significativamente a dureza, a gomosidade e a mastigabilidade dos pães, além de melhorar a microestrutura, proporcionando pães com alvéolos mais uniformes e em maior número. Teste de escala hedônica foi realizado com 41 indivíduos com doença celíaca e obteve-se aceitação. Diante dos resultados, conclui-se que o desenvolvimento de pães sem glúten com parâmetros de qualidade adequados e com características semelhantes às de um pão tradicional é viável a partir da utilização concomitante da goma xantana e de farinhas de pseudocereais.

Palavras-chave: Amaranto; Quinoa; Doença Celíaca; Consumidor; Textura; Sensorial.

1. INTRODUÇÃO

A Doença Celíaca, uma desordem imunomediada sistêmica, afeta indivíduos geneticamente susceptíveis e é desencadeada pela ingestão de glúten e prolaminas relacionadas (HUSBY et al., 2012), atingindo em torno de 1 % da população mundial (LUDVIGSSON; GREEN, 2011). Até o momento, o único tratamento disponível para a patologia é a adoção de uma dieta isenta em glúten em caráter permanente (RUBIO-TAPIA et al., 2013). Embora aparentemente o tratamento seja simples pode ser comprometido em função das restrições alimentares e sociais impostas, assim como em razão do elevado custo dos produtos (NIEWINSKI, 2008; SELIMOĞLU; KARABIBER, 2010; TACK et al., 2010).

O glúten é uma das mais complexas proteínas encontradas na natureza. Composto principalmente por glutenina e prolamina, desempenha funções únicas e fundamentais nas características da qualidade de produtos de panificação, uma vez que a ele é atribuída a habilidade higroscópica, bem como as características de coesividade, viscosidade e elasticidade da massa (WIESER, 2007). Considerado um componente essencial para a estrutura e textura desejadas em produtos de panificação, sua remoção prejudica a capacidade da massa de se desenvolver adequadamente durante o amassamento, fermentação e panificação (MARIOTTI et al., 2009). Desta forma, pães elaborados apenas com farinhas sem glúten costumam apresentar volume e textura significativamente inferiores quando comparados a pães produzidos com trigo (HAGER et al., 2012a).

Em função destas limitações, percebe-se crescente interesse por ingredientes com potencial de imitar as propriedades viscoelásticas do glúten. Neste sentido, destacam-se os hidrocolóides, substâncias que têm demonstrado capacidade de melhorar a qualidade de textura dos pães sem glúten (BEMILLER, 2008; HAGER; ARENDT, 2013; MARIOTTI; PAGANI; LUCISANO, 2013).

A maioria dos hidrocolóides é polissacarídeo e tem capacidade para formar gel, reter água e ser utilizado como espessante. A xantana, conhecida como goma xantana, é um biopolímero produzido por bactérias gram-negativas do gênero *Xanthomonas*. É um hidrocolóide não gelificante, que forma soluções pseudoplásticas de alta viscosidade e não é afetado por mudanças na temperatura, pH ou concentração de sal, sendo, portanto, um dos hidrocolóides mais utilizados na indústria de alimentos (BEMILLER, 2008; NERY et al., 2008). Efeitos positivos da sua adição em produtos de panificação sem glúten têm sido relatados

(SUMNU et al., 2010; PREICHARDT et al., 2011). De acordo com Sciarini et al. (2010) a adição de hidrocolóides, especialmente de goma xantana, melhora a consistência da massa e a qualidade do pão, resultando em pães com maior volume, aumento do tamanho médio dos alvéolos, menor dureza do miolo e melhora do *staling* durante o armazenamento. Entretanto, há evidências que estes efeitos estejam condicionados à matéria-prima na qual a goma é adicionada (HAGER; ARENDT, 2013).

Frequentemente os produtos de panificação sem glúten são produzidos a partir de matérias-primas refinadas ou amidos, e conseqüentemente possuem baixo valor nutricional (DO NASCIMENTO et al., 2013), contribuindo para as baixas quantidades de fibras na dieta de indivíduos com doença celíaca (THOMPSON, 2000). Os pseudocereais, como a quinoa e o amaranto, vêm sendo apontados como alternativas seguras para contornar esta limitação, pois possuem composição nutricional interessante, incluindo proteínas de alto valor biológico, elevada quantidade de fibras alimentares, minerais e vitaminas. Além disso, são fontes de compostos bioativos, como fitoesteróis, polifenóis, saponinas e esqualeno, e desta forma, têm potencial para promover benefícios à saúde (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2009; HAGER et al., 2012b). Embora favoreçam o valor nutricional, a utilização exclusiva de farinhas de pseudocereais compromete as propriedades de panificação e características sensoriais de pães sem glúten. Entretanto, a utilização destas matérias-primas como parte da composição da formulação pode promover melhoramentos aos produtos (HAGER et al., 2012a).

Em estudo preliminar, indivíduos com doença celíaca definiram as características do pão sem glúten que desejavam consumir. De acordo com estes indivíduos o pão a ser desenvolvido deveria ter características semelhantes às do pão tradicionalmente consumido no Brasil, conhecido como pão francês. O pão francês possui textura de crosta crocante, miolo macio e é apresentado em porções individuais. No que diz respeito ao valor nutricional do pão, os entrevistados afirmaram que esta é uma característica importante, embora seja secundária às características físicas do produto. Desta forma, o objetivo do presente estudo, foi desenvolver um pão sem glúten, respeitando as características descritas por indivíduos com doença celíaca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Os ingredientes, mistura de farinha comercial sem glúten (amido de milho, farinha de arroz, proteína de trevoço, dextrose, fibra de maçã, hidroxipropilmetilcelulose e sal), farinha de arroz, polvilho azedo, amaranto, quinoa, açúcar, albumina, goma xantana, fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*), sal, óleo de girassol e vinagre foram adquiridos no mercado local.

2.2 FORMULAÇÃO DAS MASSAS

Foram desenvolvidas duas formulações que continham entre seus ingredientes os pseudocereais amaranto (Formulação 1 - F1) e quinoa (Formulação 2- F2), além da goma xantana. Outras três formulações (Controle 1 – C1; Controle 2 – C1; Controle 3 – C3) foram desenvolvidas para servirem como controle do efeito da adição dos pseudocereais e do hidrocolóide nos testes de avaliação de qualidade e na morfologia do pão.

Em todas as formulações utilizou-se: mix comercial sem glúten (190 g), farinha de arroz (100 g), polvilho azedo (60 g), açúcar (25 g – 5 gramas massa / 20 gramas fermento), albumina (12 g), levedura (12 g), sal (8 g), óleo de girassol (14 g) e vinagre (5 g). Nas formulações F1 e F2, além dos ingredientes supracitados, adicionou-se goma xantana (10 g) e farinha de amaranto (30 g) ou farinha de quinoa (25 g), respectivamente. Para as formulações das amostras C2 e C3, acrescentou-se apenas os pseudocereais (30 g de farinha de amaranto para a C2; 25 g de farinha de quinoa para C3). Já na amostra C1 não foi adicionado nem o hidrocolóide, nem os pseudocereais amaranto / quinoa. As formulações podem ser verificadas na Tabela 1.

As quantidades de farinha de amaranto e farinha de quinoa foram definidas em testes preliminares, nos quais se observou que não era viável utilizar as mesmas porções para os dois pseudocereais, uma vez que maiores quantias de farinha de quinoa prejudicariam a avaliação sensorial do pão.

Tabela 1 – Formulações padrões e controle dos pães sem glúten

Ingredientes	F1 (g)	F2 (g)	C1 (g)	C2 (g)	C3 (g)
Mix comercial	190	190	190	190	190
Farinha de arroz	100	100	100	100	100
Polvilho azedo	60	60	60	60	60
Farinha de amaranto	30	0	0	30	0
Farinha de quinoa	0	25	0	0	25
Açúcar	25	25	25	25	25
Albumina	12	12	12	12	12
Levedura	12	12	12	12	12
Goma Xantana	10	10	0	0	0
Sal	8	8	8	8	8
Óleo de girassol	14	14	14	14	14
Vinagre	5	5	5	5	5
Água	280	260	280	280	260

2.3 PROCEDIMENTOS DE PANIFICAÇÃO

A quantidade ótima de água adicionada à farinha de trigo é determinada a partir do uso de farinografia, seguindo o método 54-21 da AACC (AACC, 2011). Entretanto, este método não se aplica a sistemas sem glúten. Portanto, ensaios empíricos de tentativa-erro foram conduzidos e o resultado na estrutura do miolo foi avaliado visualmente (HAGER et al., 2012a).

As matérias-primas secas (mix comercial sem glúten, farinha de arroz, polvilho azedo, amaranto ou quinoa, açúcar, albumina, goma xantana e sal) foram misturadas a 150 rpm durante 25 s em batedeira planetária (Arno Planetaria, Brazil). A levedura e o açúcar foram dissolvidos em 60 mL de água a 40 °C e regenerados por um período de 10 min. A suspensão foi adicionada aos ingredientes secos pré-misturados e misturados na velocidade de 150 rpm durante 1 min. O óleo de girassol e o vinagre foram posteriormente adicionados e novamente misturados por 30 s. A água (280 mL para a F1, C1 e C2; 260 mL para as amostras F2 e C3) foi acrescentada e a massa foi misturada durante 2 min à velocidade de 168 rpm.

A massa fermentou durante 1 h em cabine de fermentação (Prática Technicook) a 40° C, 20 % de umidade. Foram pesadas porções de 80 g de massa, moldadas e fermentadas novamente durante 20 min

em cabine de fermentação a 40° C, 0 % de umidade. Antes de assar, a superfície da massa foi cortada com lamina fina. O pão assou a 150° C durante 22 min em forno de convecção (Prática Technicook HPE80). A qualidade do pão foi avaliada 1 h após assado.

2.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Carboidratos (BRASIL, 2003), gordura total (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005), proteína (991.20) (AOAC, 2005a), fibra (991.43) (AOAC, 2005a) e umidade (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005) foram determinados. Os valores foram expressos em g / 100 g da base seca. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.5 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PÃO

Todos os testes para avaliar os padrões de qualidade dos pães foram realizados em triplicata. A fim de determinar a qualidade do pão, foi avaliado o volume (deslocamento de painço) (AACC, 1994) e o peso do pão. Foram calculados o volume específico (mL/g) e a perda de peso expressa em % ((peso da massa – peso do pão) × 100/peso da massa).

A cor da crosta foi analisada usando colorímetro (Chroma Meter CR-400/410, Konica Minolta, Japan). Os resultados foram expressos no sistema CIELAB, em que L^* representa a luminosidade (onde 0 = preto e 100 = branco), a cromaticidade do eixo a^* que varia de +a (vermelho) a -a (verde) e a cromaticidade do eixo b^* que vai de +b (amarelo) até -b (azul). Cada valor foi mensurado três vezes.

A Análise de Perfil de Textura (TPA), a compressão do miolo e a penetração da crosta foram realizadas utilizando texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, UK), com células de carga de 50 kg. Foram cortadas mecanicamente fatias de 25 mm do centro do pão e a análise de perfil de textura do miolo foi realizada de acordo com o método padrão da AACC (74-09) (AACC, 1996), no qual utilizando um probe cilíndrico com 36 mm de diâmetro e distância de 10 mm, realizou-se compressão de 40 %, a velocidade de 2 mm / s e tempo entre os ciclos de compressão de 5 s, em três fatias de cada amostra. O teste de compressão utilizou os mesmos parâmetros empregados no TPA, ou seja, probe cilíndrico com 36 mm de diâmetro e distância de 10 mm, compressão de 40 %, velocidade de 2 mm / s e tempo entre os ciclos de compressão de 5 s, em três fatias de cada amostra. A penetração da crosta foi realizada com probe cilíndrico de 2 mm de diâmetro, distância de penetração de 10 mm e velocidade de 2 mm / s.

2.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Amostras dos pães sem glúten foram previamente liofilizadas. Posteriormente foram fixadas com fita de carbono de dupla face em suportes metálicos (stub) e revestidas por uma camada de 35 nm de ouro. As amostras foram examinadas sob alto vácuo, num campo de emissão de microscópio eletrônico de varredura (JEOL JSM-6390 LV) com uma distância de trabalho de 15 mm. Imagens de elétrons secundários foram adquiridas a uma tensão de aceleração de 10 kV.

2.7 ANÁLISE SENSORIAL

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Protocolo nº 2239/2011). Antes da realização do teste de análise sensorial, visando garantir a segurança dos julgadores, as amostras foram avaliadas microbiologicamente quanto à contagem de coliformes a 45° C, e presença de *Salmonella spp* e *Staphylococcus aureus*, de acordo os métodos da *American Public Health Association* – APHA (2001). A presença de glúten também foi averiguada de acordo com método 991.19 (AOAC, 2005b). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A avaliação da aceitação sensorial foi realizada de acordo com metodologia descrita por Meilgaard, Civille e Carr (2006) com as amostras contendo amaranto (Formulação 1) e quinoa (Formulação 2). Indivíduos com doença celíaca, não treinados, avaliaram a aceitação dos atributos cor, odor, sabor, textura, aparência e aceitabilidade global das amostras usando escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 – desgostei extremamente; 9 – gostei extremamente). Os julgadores receberam uma unidade de cada amostra, servidas monadicamente em pratos plásticos, codificados com números de três dígitos e apresentados aos julgadores de modo balanceado. Água mineral foi oferecida aos participantes.

Os julgadores foram questionados com relação a intenção de compra das amostras avaliadas e orientados a escolher entre as seguintes alternativas: 1) Definitivamente compraria; 2) Provavelmente compraria; 3) Talvez sim / Talvez não; 4) Provavelmente não compraria; 5) Definitivamente não compraria.

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados estatisticamente utilizando linguagem R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). Diferenças estatísticas entre médias das propriedades das amostras foram determinadas por Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey. A aceitação sensorial das amostras foi avaliada de acordo com teste não paramétrico de Friedman. Em todas as análises considerou-se um nível de significância de 5 %. Os pressupostos foram avaliados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pão tipo francês, também conhecido como pão de sal, é um dos alimentos mais consumidos pela população brasileira (SOUZA et al., 2013). Este pão possui características físicas singulares, especialmente no que se refere à textura: crosta crocante e miolo macio. Apresenta formato oval e é disponibilizado em porções individuais de aproximadamente 50 g.

3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS PÃES SEM GLÚTEN DESENVOLVIDOS

Pães sem glúten tradicionalmente são elaborados a partir de matérias-primas com baixo valor nutricional, especialmente farinha de arroz (DO NASCIMENTO et al., 2013). De acordo com Alvarez-Jubete et al. (2010a), a produção de pães sem glúten contendo farinhas de pseudocereais poderia promover o consumo adequado de nutrientes por pessoas com doença celíaca. Neste sentido, no presente estudo foram adicionadas às formulações farinhas dos pseudocereais amaranto e quinoa. Embora estas farinhas tenham sido empregadas apenas parcialmente nas formulações, verificou-se diferenças significativas nas quantidades de fibras e proteínas, quando comparadas à amostra Controle 1, à qual não foram adicionados pseudocereais, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química das formulações dos pães sem glúten

Nutriente	F1	F2	C1	C2	C3
Carboidrato (bs)*	77,79 ^a	78,76 ^a	78,84 ^a	78 ^a	78,06 ^a
Proteína (bs)	8,54 ^a	8,08 ^b	8,13 ^b	7,9 ^b	8,16 ^b
Gordura Total (bs)	4,67 ^c	4,93 ^c	5,73 ^b	5,7 ^b	6,33 ^a
Fibra total (bs)	5,51 ^a	4,94 ^{ab}	4,00 ^c	5,10 ^a	4,10 ^{bc}
Fibra Insolúvel (bs)	4,39 ^a	3,59 ^{bc}	2,83 ^c	3,88 ^{ab}	2,90 ^c
Fibra Solúvel (bs)	1,11 ^a	1,25 ^a	1,17 ^a	1,22 ^a	1,19 ^a
Umidade	41,52 ^a	40,21 ^b	36,75 ^d	35,8 ^e	37,84 ^c

Valores seguidos por diferentes letras na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). *bs – base seca (g / 100 g massa seca). F1: farinha de amaranto + xantana; F2: farinha de quinoa + xantana; C1: sem farinhas de pseudocereais e xantana; C2: farinha de amaranto; C3: farinha de quinoa.

Segura e Rosell (2011) avaliaram a composição química de pães comerciais sem glúten disponíveis na Espanha e identificaram que os valores médios de carboidrato, proteína e gordura nos produtos eram de 81,18 g, 4,83 g e 11,05 g / 100 g de base seca, respectivamente. Ainda de acordo com os autores, exceto por duas marcas, as demais apresentaram valores adequados de fibra (>3 g/100 g). No Brasil, Nascimento et al. (2014) observaram, a partir da análise de rótulos, que os pães sem glúten comercializados possuíam composição química com quantidades de proteína e fibra significativamente inferiores ($p < 0,01$) aos pães convencionais com glúten: 4,4 g de proteína e 0,70 g / 100 g de fibra, em base úmida. Portanto, considerou-se que o pão desenvolvido apresenta adequado valor nutricional, no que diz respeito aos macronutrientes.

A amostra que continha farinha de amaranto e goma xantana (F1) foi a que apresentou significativamente maiores valores de proteína e fibra. Além do fato de a farinha de amaranto ter sido adicionado à formulação em maior quantidade que a de quinoa (30 g versus 25 g), o que pode ter colaborado para o aumento nestes percentuais, este pseudocereal possui maiores quantidades de proteína em sua composição, quando comparado à quinoa (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008).

3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PÃO SEM GLÚTEN

Com relação à avaliação da qualidade do pão, observou-se que as duas formulações que utilizavam hidrocolóide goma xantana e pseudocereais (F1 e F2) apresentavam características semelhantes entre si, não diferindo significativamente em nenhum dos parâmetros avaliados, como pode ser observado nas Tabelas 3 e Tabela 4.

Tabela 3 – Efeito da adição dos pseudocereais e do hidrocolóide goma xantana nos padrões de qualidade dos pães

Amostra	Volume Específico mL/g média dp	Perda de peso % média dp	Parâmetros de cor da crosta		
			<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
F1	1,81±0,12 ^{ab}	12,55±0,57 ^b	69,29±1,24 ^{ab}	7,55±0,83 ^a	31,44±0,93 ^b
F2	1,88±0,09 ^{ab}	12,61±0,93 ^b	70,14±2,92 ^{ab}	6,86±1,97 ^a	31,53±2,31 ^b
C1	1,94±0,24 ^{ab}	20,67±4,02 ^a	66,30±1,93 ^b	3,30±1,70 ^{bc}	33,81±2,14 ^{ab}
C2	1,73±0,09 ^b	17,00±1,06 ^{ab}	70,82±1,38 ^a	2,22±1,46 ^c	32,99±2,39 ^{ab}
C3	2,15±0,09 ^a	15,68±3,21 ^{ab}	66,12±4,04 ^b	5,59±2,61 ^{ab}	36,10±2,73 ^a

Valores seguidos por diferentes letras na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0.05$). F1: farinha de amaranto + xantana; F2: farinha de quinoa + xantana; C1: sem farinhas de pseudocereais e xantana; C2: farinha de amaranto; C3: farinha de quinoa.

O volume específico é considerado um dos mais importantes parâmetros de qualidade do pão, pois exerce influência sobre a avaliação visual do produto pelo consumidor (HAGER; ARENDT, 2013). No presente estudo, embora não tenha sido identificada diferença significativa entre as amostras F1 e F2 e as demais, é importante salientar que estas foram as que apresentaram aparência mais semelhante à do pão Francês tradicional (com glúten) (Figura 1).

Figura 1 – Imagens de vistas superiores (a) e horizontais (b) das formulações dos pães sem glúten



Foram observadas diferenças significativas em relação ao volume específico entre as amostras C2 e C3, o que pode estar associado ao efeito da interação da goma xantana com os diferentes pseudocereais, uma vez que o mesmo comportamento não foi verificado entre as amostras F1 e F2. O efeito da adição da goma xantana no volume específico de pães sem glúten é contraditório, porém há indícios de que esteja relacionado às interações com a matéria-prima empregada nas formulações (HAGER; ARENDT, 2013). Sabe-se que a goma xantana promove alterações na viscosidade do sistema, existindo uma tendência em provocar a redução do volume específico, uma vez que aumenta a resistência à deformação, o que induz a uma expansão limitada e lenta das células de gás durante a fermentação (LAZARIDOU et al., 2007). Se por um lado a goma xantana provoca resistência à deformação, prejudicando a expansão do pão, por outro, possibilitou que o pão fosse moldado, e assim, apresentasse aparência semelhante ao do pão francês tradicional.

Além disso, sabe-se que a utilização de pseudocereais também apresenta efeito sobre o volume específico. De acordo com Alvarez-Jubete et al. (2010a), farinhas de quinoa apresentam um pico de viscosidade significativamente superior ao da farinha de amaranto, o que está diretamente relacionado com o volume dos pães. Corroborando com essa informação, assim como ocorreu no presente estudo, já foi relatada a redução no volume específico de pães produzidos a partir de farinha de amaranto e o aumento deste parâmetro naqueles adicionados de farinha de quinoa, em relação ao controle produzido com farinha de arroz e amido de batata (ALVAREZ-JUBETE et al., 2010a; SANZ-PENELLA et al., 2013).

A perda de peso das amostras F1 e F2 foi significativamente inferior à da amostra C1. Entretanto, não foram observadas diferenças significantes entre as amostras C1, C2 e C3, indicando que a goma xantana afetou este parâmetro. Possivelmente isto ocorreu em função de que a goma xantana, por ser um biopolímero de natureza hidrofílica, aumentou a absorção de água (LAZARIDOU et al., 2007).

Os resultados dos parâmetros de cor da crosta dos pães chamam a atenção para os efeitos da adição da goma xantana e dos pseudocereais, bem como da interação entre eles (Tabela 3). Verificou-se que a adição da goma xantana e dos pseudocereais não provocou alterações significativas na luminosidade das amostras. Entretanto, quando não se utilizou a goma xantana, a diferença de cor entre as amostras que utilizaram diferentes matérias-primas foi evidente. Além do mais,

percebeu-se que a adição concomitante da goma xantana e dos pseudocereais (amostra F1 e F2) aumentou a intensidade de vermelho dos pães; bem como reduziu a intensidade do amarelo. De acordo com Sciarini et al. (2010) a adição de goma xantana a pães de arroz sem glúten resulta em maior luminosidade de crosta, uma vez que afeta a distribuição da água e assim tem impacto na reação de Maillard. Por outro lado, de acordo com Mezaize et al. (2009) a adição de goma xantana em pães tipo francês de trigo sarraceno não afetou significativamente os parâmetros de cor. Alterações nos parâmetros de cor ocasionadas pela adição de amaranto e quinoa já eram esperadas em função da elevada quantidade de polifenóis presentes nestes pseudocereais (ALVAREZ-JUBETE et al., 2010b; SANZ-PENELLA et al., 2013)

A análise de perfil de textura identificou diferenças significantivas entre as amostras para os parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade (Tabela 4). Em todos estes parâmetros, verificou-se valores significativamente inferiores nas amostras F1 e F2 em relação às demais. A adição de xantana produziu pães que necessitavam de menor força para deformar, o que pode estar associado a um efeito plastificante do hidrocolóide associado a maiores valores de umidade destes pães (Tabela 2). Por outro lado, observa-se que este efeito foi mais intenso nas amostras elaboradas com farinha de quinoa, quando comparadas às amostras elaboradas com farinha de amaranto. Estes resultados estão coerentes com os resultados obtidos nos testes de compressão onde se observa que as amostra F1 e C2 (com farinha de amaranto) apresentaram forças de compressão sem diferenças significantivas entre si, enquanto a amostra C3 apresentou força de compressão significantivamente superior à amostra F2, ambas com farinha de quinoa. Estes resultados sugerem que a adição de goma xantana promoveu efeitos positivos na textura dos pães sem glúten, especialmente nos produzidos utilizando farinha de quinoa, visto que a formulação C3 foi a que exigiu maior força nos teste supracitados. No que se refere aos testes de penetração observou-se que nas amostras elaboradas com quinoa a adição de xantana diminuiu significantivamente a resistência da crosta do pão enquanto este efeito não foi observado nas amostras com amaranto.

Tabela 4 – Propriedades de textura dos pães sem glúten, expressos em média

Análises	F1	F2	C1	C2	C3
Parâmetros de Análise de Perfil de Textura do miolo					
Dureza (N)	3,19 ^c	3.45 ^{bc}	6,79 ^{ab}	7,58 ^a	9,56 ^a
Coesividade	0,84 ^a	0,83 ^a	0,84 ^a	0,81 ^a	0,83 ^a
Elasticidade	0,94 ^a	0,93 ^a	0,91 ^a	0,93 ^a	0,93 ^a
Adesividade	0,83 ^a	1.14 ^a	1,12 ^a	0,91 ^a	0,48 ^a
Gomosidade	2,66 ^b	2,88 ^b	5,68 ^a	6,11 ^a	7,87 ^a
Mastigabilidade	2.51 ^b	2.68 ^b	5,18 ^a	5,71 ^a	7,27 ^a
Resiliência	0,51 ^a	0,53 ^a	0,53 ^a	0,50 ^a	0,53 ^a
Teste de Compressão do miolo					
Força de Compressão (N)	5,17 ^b	6,43 ^b	5,28 ^b	6,42 ^b	9,78 ^a
Teste de Penetração da crosta					
Força de Penetração (N)	2,13 ^b	2,02 ^b	2,15 ^b	2,20 ^{ab}	2,74 ^a

Valores seguidos por diferentes letras na mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0.05$). F1: farinha de amaranto + xantana; F2: farinha de quinoa + xantana; C1: sem farinhas de pseudocereais e xantana; C2: farinha de amaranto; C3: farinha de quinoa.

Estudos sobre o efeito da adição da goma xantana na textura dos pães são controversos. Enquanto há indícios de que a adição de goma xantana em massas de farinha de arroz resulte no aumento da dureza do miolo (LAZARIDOU et al., 2007), outras pesquisas relatam a redução na dureza do miolo de pães sem glúten, também elaborados com farinha de arroz, adicionados de goma xantana (DERMIKESSEN et al., 2010; SCIARINI et al., 2010). Para Hager e Arendt (2013) este efeito sobre os parâmetros de textura está associado à matéria-prima a qual a goma xantana é empregada. Segundo os autores a xantana aumentou a dureza do miolo de pães de teff e trigo sarraceno, não influenciou o parâmetro em pães de arroz, e ainda reduziu os valores de dureza naqueles produzidos com milho.

Embora não tenha sido identificado outro estudo que tenha realizado os mesmos testes de análise de textura em pães com as mesmas matérias-primas e hidrocolóide investigados na presente pesquisa, acredita-se que a incorporação de goma xantana tenha favorecido a absorção de água, e assim, provocado a redução da dureza do miolo. Valores reduzidos de dureza são desejados pelos

consumidores, uma vez que estes associam altos valores à característica do produto velho (HAGER et al., 2012a). Os mesmos argumentos podem ser extrapolados para os parâmetros de gomosidade e mastigabilidade, uma vez que estes são calculados a partir da dureza, e, portanto apresentam alta correlação (MARTÍNEZ; MARCOS; GÓMEZ, 2013). Reduzidos valores destes parâmetros também são desejados pelos consumidores (HAGER et al., 2012a; LAUREATI; GUISSANI; PAGLIARINI, 2012).

3.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

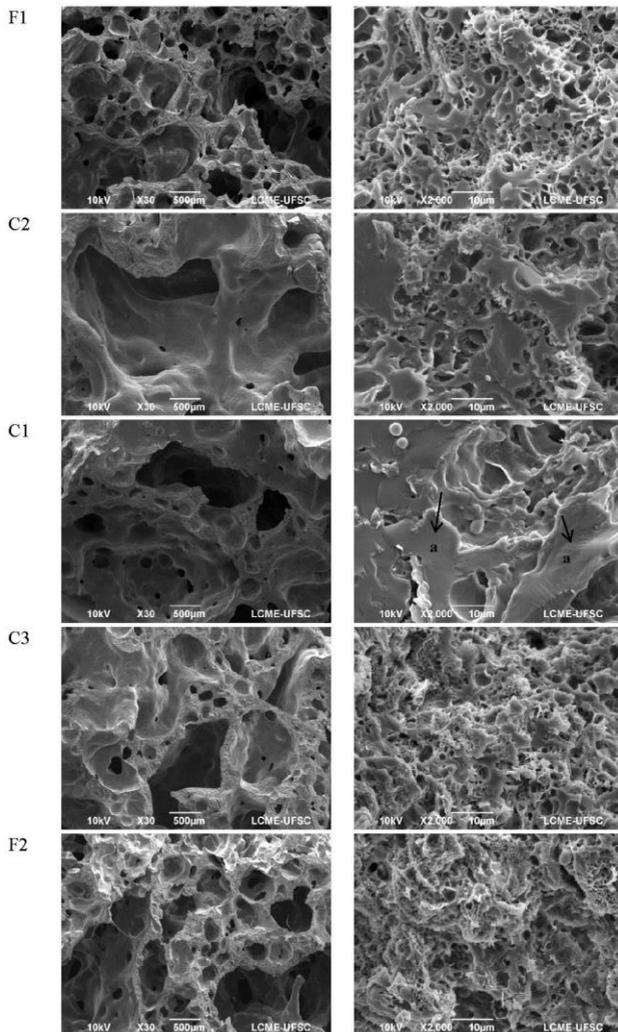
A partir da análise da microestrutura do miolo das amostras foi possível verificar que a adição de goma xantana aos pães de amaranto (F1) promoveu melhoras significativas na estrutura do pão. Comparada às amostras C1 e C2 a amostra F1 apresentou maior quantidade de alvéolos e menos áreas de proteína não hidrolisada. Com relação às amostras adicionadas com farinha de quinoa (F2 e C3), observou-se que estas apresentaram estrutura bastante diferente da amostra C1, especialmente no que diz respeito à amostra F2, evidenciando o efeito positivo da adição de goma xantana à massa. O efeito positivo da goma xantana na estrutura dos pães identificado no presente estudo pode ser justificado pelo fato de a goma xantana aumentar a viscosidade da massa e assim colaborar com a formação e manutenção das células de ar, prevenindo o colapso da massa, bem como promovendo a homogeneidade do sistema até a geleificação do amido (HAGER; ARENDT, 2013).

Quando comparadas as amostras F1 e F2, percebe-se que a amostra adicionada de farinha de amaranto apresentou uma estrutura muito mais alveolar, o que proporciona a melhora nos parâmetros de textura do pão. O papel dos pseudocereais na estrutura dos pães sem glúten também pode ser observado a partir da análise das imagens das C1, C2, C3. Quando comparadas à amostra C1, as amostras C2 e C3 apresentaram estrutura com maior quantidade de alvéolos e menos áreas de proteínas não hidrolisadas. Os resultados encontrados com a microscopia estão de acordo com os achados nos testes que avaliaram os parâmetros de qualidade do pão. Em todas as amostras foi possível identificar uma pequena quantidade de amido intacto, o que pode ser resultado da deficiência de enzimas alfa-amilase para hidrolisar o amido (CAPERUTO; AMAYA-FARFAN; CAMARGO, 2001).

As farinhas de amaranto e quinoa apresentam grânulos de amidos com tamanhos significativamente menores (< 2 mm) do que os

identificados em outras farinhas, como é o caso do milho, aveia e sorgo, acarretando em uma maior absorção de água. Além disso, ambos possuem baixas quantidades de amilose, quando comparados com aqueles cereais, o que pode resultar na textura macia dos pães (ALVAREZ-JUBETE et al., 2010a; HAGER et al., 2012b).

Figura 2 – Micrografia de pães sem glúten em magnificação de $\times 30$ e $\times 2.000$



Legenda: a – área de proteínas não hidrolisadas.

3.4 AVALIAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL DOS PÃES

Quarenta e um indivíduos com doença celíaca avaliaram as amostras de pães sem glúten. O tempo de diagnóstico da doença variou de 1 mês a 14 anos. Os resultados estão apresentados na Tabela 5 e mostram que ambas as amostras obtiveram boa aceitação. Para o atributo textura foi identificada diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

No que diz respeito à intenção de compra, 68 % dos indivíduos com doença celíaca que realizaram a análise sensorial afirmaram que “definitivamente comprariam” os pães das amostras F1 e F2. Em relação à amostra F1, ainda 32 % afirmaram que “provavelmente compraria” o pão. Já em relação à amostra F2 25 % afirmaram que “provavelmente compraria” e 7 % disse que “talvez sim / talvez não”.

Tabela 5 – Médias obtidas no teste de aceitação das amostras de pão sem glúten (n = 41)

Amostras	Atributos					
	Cor	Odor	Sabor	Textura	Aparência	Aceitação Global
F1	8,39±0,77 ^a	7,81±1,36 ^a	8,20±0,93 ^a	8,22±0,88 ^a	8,54±0,71 ^a	8,24±0,83 ^a
F2	8,34±0,76 ^a	7,66±1,35 ^a	8,00±1,16 ^a	7,95±1,09 ^b	8,44±0,84 ^a	8,05±0,97 ^a

Valores seguidos por diferentes letras na mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$), de acordo com o teste de Friedman.

As características sensoriais, representadas pela resposta integrada a estímulos químicos e físicos transmitidos pelos alimentos por meio da aparência, odor, sabor e textura, são os principais fatores para a aceitação de um produto alimentício (FORDE; DELAHUNTY, 2004; LAUREATTI; GIUSSANI; PAGLIARINI, 2012). Uma vez que o tratamento para a doença celíaca consiste na adoção de uma dieta sem glúten em caráter permanente (RUBIO-TAPIA et al., 2013), utilizar abordagens tecnológicas que melhorem a estrutura, a sensação bucal e a aceitabilidade dos produtos sem glúten é fundamental para garantir a adesão à dieta (ARENDDT et al., 2008).

O atributo de textura, apesar de ter sido considerado aceito em ambas as amostras, foi significativamente preferido na amostra F1. Embora na análise de perfil de textura não tenham sido identificadas diferenças significantes entre as amostras F1 e F2, na avaliação da microscopia eletrônica de varredura percebeu-se que as duas amostras apresentaram estruturas distintas. Portanto, além do resultado da análise

sensorial estar de acordo com os verificados na microscopia, cabe ressaltar a sensibilidade dos julgadores e a importância da análise sensorial para pesquisas de desenvolvimento de produtos. Alcançar boa aceitação sensorial para o atributo de textura é fundamental para a aceitação global de um produto, uma vez que a textura é considerada um dos principais fatores na determinação da qualidade de um produto (BOURNE, 2002) e aceitabilidade do mesmo pelo consumidor (FUNAMI, 2011).

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de pães sem glúten com parâmetros de qualidade adequados e com características semelhantes às de um pão francês tradicional foi viável a partir da utilização concomitante da goma xantana e de farinhas dos pseudocereais amaranto e quinoa. Comprovou-se que, mesmo utilizados em pequenas quantidades, estes pseudocereais têm capacidade para promover benefícios tanto na qualidade nutricional, quanto na estrutura de pães sem glúten. Efeitos positivos da adição da goma xantana à estas matérias-primas também foram identificados. Considerou-se que para este tipo de pão a farinha de amaranto é a que apresenta melhores resultados, embora ambos os pães tenham sido bem aceitos na análise sensorial. Sugere-se que estudos futuros investiguem se variações nas quantidades de goma xantana e de farinhas dos pseudocereais poderiam melhorar ainda mais as características de textura de pães tipo Francês.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pela bolsa de estudos para AB Nascimento, ao Laboratório Central de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal de Santa Catarina (LCME-UFSC) pelo apoio na realização da pesquisa e à Associação dos Celíacos do Brasil – Seção de Santa Catarina (ACELBRA-SC) e a todos os indivíduos com doença celíaca por sua contribuição no desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

AACC International. Approved Methods of Analysis. **Method 72-10 – Specific Volume**. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A, 1994.

AACC International. Approved Methods of Analysis. **Method 74-09 - Measurement of Bread Firmness by Universal Testing Machine**. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A, 1996.

AACC International. Approved Methods of Analysis. **Method 54-21 - Rheological Behavior of Flour by Farinograph: Constant Flour Weight Procedure**. 11 ed.. AACC International, St. Paul, MN, U.S.A, 2011.

ALVAREZ-JUBETE, L.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, Suplemento 4, p. 240-257, 2009.

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. **European Food Research and Technology**, v. 230, n. 3, p. 437-445, 2010a.

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. **Food Chemistry**, v. 119, n. 2, p. 770-778, 2010b.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION –APHA. **Compendium of methods of the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington DC, 2001. 676 p.

ARENDT, E. K. et al. Gluten-free breads. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 13, p. 289-319.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of the AOAC International**, 18 ed. Maryland/USA: AOAC, 2005a.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES **Official Method 991.19**. Gliadin as a Measure of Gluten in Foods (Colorimetric Monoclonal Antibody Enzyme Immunoassay Method. First Action 1991. Final Action 2001). Gaithersburg, MD: AOAC International; 2005b.

BEMILLER, J. N. Hydrocolloids. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 9, p. 203-215.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2. ed. Londres: Academic Press, 2002. 423 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360_03rdc.htm.

CAPERUTO, L. C.; AMAYA-FARFAN, J.; CAMARGO, C. R. O. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 1, p. 95-101, 2001.

DEMIRKESEN, I. et al. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**, v. 96, n. 2, p. 295-303, 2010.

DO NASCIMENTO, A. B. et al. Analysis of ingredient lists of commercially available gluten-free and gluten-containing food products using the text mining technique. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, n. 2, p. 217-222, 2013.

FORDE, C. G.; DELAHUNTY, C. M. Understanding the role cross modal sensory interactions play in food acceptability in younger and older consumers. **Food Quality and Preference**, v. 15, n. 7-8, p. 715-727, 2004.

FUNAMI, T. Next target for food hydrocolloid studies: texture desing of foods using hydrocolloid technology. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 8, p. 1904-1914, 2011.

HAGER, A. S. et al. Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. **European Food Research and Technology**, v. 235, n. 2, p. 333-344, 2012a.

HAGER, A. S. et al. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v. 52, n. 2, p. 239-247, 2012b.

HAGER, A. S.; ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. **Food Hydrocolloids**, v. 32, n. 1, p. 195-203, 2013.

HUSBY, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 54, n. 1, p. 136-160, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ- IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos físico-químicos para análise de alimentos (4 ed.), São Paulo, Brasil, 2005.

LAUREATI, M.; GUISSANI, B.; PAGLIARINI, E. Sensory and hedonic perception of gluten-free bread: comparison between celiac and non-celiac subject. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 326-333, 2012.

LAZARIDOU, A. et al. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, v.79, n. 3, p. 1033-1047, 2007.

LUDVIGSSON, J. F.; GREEN, P. H. R. Clinical management of coeliac disease. **Journal of Internal Medicine**, v. 269, n. 6, p. 560-571, 2011.

MARIOTTI, M. et al. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v. 42, n. 8, p. 963-975, 2009.

MARIOTTI, M.; PAGANI, M. A.; LUCISANO, M. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 1, p. 393-400, 2013.

MARTÍNEZ, M. M.; MARCOS, P.; GÓMEZ, M. Texture development in gluten-free breads: effect of different enzymes and extruded flour. **Journal of Texture Studies**, 2013. *In press*.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4 ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. 448 p.

MEZAIZE, S. et al. Optimization of gluten-free formulations for French-style breads. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 3, p. E140-146, 2009.

NASCIMENTO, A. B et al. Availability, cost and nutritional composition of gluten-free products. **British Food Journal**, 2014. *In Press*.

NERY, T. B. R. et al. Biossíntese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade. **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 1937-1941, 2008.

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

PREICHARDT, L. D. et al. The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 12, p. 2591-2597, 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2011. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

RUBIO-TAPIA, A. et al. ACG Clinical Guidelines: diagnosis and management of celiac disease. **American Journal of Gastroenterology**, v. 108, n. 5, p. 656-676, 2013.

SANZ-PENELLA, J. M. et al. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 679-685, 2013.

SCHOENLECHNER, R.; SIEBENHANDL, S.; BERGHOFER, E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. San Diego: CA: Academic Press, 2008. cap. 7, p. 149-190.

SCIARINI, L. S. et al. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 2306–2312, 2010.

SEGURA, M. E. M.; ROSELL, C. M. Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, n. 3, p. 224–230, 2011.

SELIMOĞLU, M. A.; KARABIBER, H. Celiac disease - prevention and treatment. **Journal of Clinical Gastroenterology**, v. 44, n. 1, p. 4-8, 2010.

SOUZA, A. M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil – inquérito nacional de alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 1, p. 190S-199S, 2013.

SUMNU, G. et al. The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 87–93, 2010.

TACK, G. J. et al. The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment. **Nature Reviews – Gastroenterology and Hepatology**, v. 7, n. 4, p. 204-213, 2010.

THOMPSON, T. Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 100, n. 11, p. 1389-1396, 2000.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

10. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora verifique-se na literatura um expressivo aumento no número de estudos sobre o desenvolvimento de produtos sem glúten, e que estas pesquisas busquem soluções para melhorar a qualidade nutricional, física e sensorial destes produtos, a realidade identificada no mercado parece bastante distinta. De acordo com o censo dos produtos alimentícios sem glúten realizado no presente estudo, há limitada disponibilidade e variedade destes itens para comercialização e os produtos disponíveis são elaborados a partir de matérias-primas que pouco contribuem para a melhora da qualidade da dieta dos indivíduos com doença celíaca. Além do mais, a utilização de aditivos com potencial para melhorar as características físicas dos produtos, como hidrocolóides, proteínas ou enzimas, não foi identificada. Apesar do pouco investimento em tecnologia, estes produtos apresentam preços significativamente superiores aos dos produtos tradicionais.

Os problemas acima referidos também são percebidos pelos indivíduos com doença celíaca, os quais demonstraram insatisfação especialmente com a limitada disponibilidade e variedade e com os elevados preços dos produtos. Estes fatores são preocupantes, pois podem incentivar o descumprimento da dieta, especialmente entre os menos favorecidos economicamente. De acordo com estes indivíduos, os produtos alimentícios sem glúten disponíveis no mercado não atendem suas necessidades e expectativas. O desejo por produtos alimentícios sem glúten com melhor qualidade sensorial, especialmente por pão, foi manifestado de forma enfática pelos indivíduos pesquisados. Além do mais, consideraram que um pão com melhores características físicas poderia tornar a sua rotina mais normal.

Desenvolver um pão sem glúten com adequadas características nutricionais, físicas e sensoriais é possível, desde que sejam utilizados ingredientes com potencial para promover estes melhoramentos. Neste sentido é fundamental a conscientização e sensibilização dos estabelecimentos comerciais e indústrias de alimento a respeito da questão. A doença celíaca vem apresentando aumento nas taxas de incidência e, portanto, é fundamental que as indústrias se adequem a esse novo nicho de mercado. O presente estudo fornece subsídios para alertar e orientar a indústria de alimentos com relação à satisfação e expectativas dos consumidores celíacos com os produtos sem glúten. Esforços para que estas conclusões sejam extrapoladas para a indústria de produtos alimentícios sem glúten são necessários, de modo a proporcionar benefícios reais para a população celíaca.

A partir da presente pesquisa emergiram questões com potencial para serem discutidas em projetos futuros, que abrangem tanto a pesquisa, quanto a extensão. No âmbito da pesquisa, o desenvolvimento de mistura de farinhas com capacidade para substituir a mistura comercial que foi utilizado no presente estudo é uma importante questão de pesquisa, pois possibilitaria a redução dos custos de produção, tornando o produto mais acessível aos consumidores. No campo das ações de extensão, proporcionar o esclarecimento sobre o panorama do mercado, bem como promover a capacitação e orientação nos estabelecimentos comerciais e indústrias de alimentos sem glúten é um importante passo para a melhora na qualidade dos produtos.

O presente trabalho, até onde se tem conhecimento, é o primeiro estudo com consumidores celíacos, avaliando desde a situação de mercado até o desenvolvimento do produto; possibilitando ao consumidor celíaco a oportunidade de se expressar, opinando sobre os produtos sem glúten disponíveis para o seu consumo e sobre quais são os seus desejos de consumo.

**APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS
ALIMENTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Meu nome é Amanda Bagolin do Nascimento, estou desenvolvendo pesquisa intitulada “Desenvolvimento de produto sem glúten elaborado a partir da investigação da percepção de portadores de doença celíaca sobre os produtos disponíveis no mercado”. O projeto tem por objetivo conhecer a opinião dos consumidores celíacos sobre a disponibilidade de produtos alimentícios sem glúten e necessidades de mercado e a partir daí elaborar um produto alimentício sem glúten, com elevado valor nutricional e adequada qualidade sensorial. Para alcançar estes objetivos a pesquisa está dividida em três etapas:

- 1) Aplicação de questionários e realização de entrevistas em grupos;
- 2) Desenvolvimento do Produto Alimentício identificado como de maior necessidade;
- 3) Testes de análises sensoriais.

Os sujeitos que aceitarem fazer parte da pesquisa poderão ser convidados a participar das etapas 1 e 3. Os procedimentos não oferecem nenhum risco ou desconforto aos participantes. Para garantir isto, os produtos alimentícios serão previamente avaliados quanto à presença de glúten e de microrganismos prejudiciais à saúde. Os testes sensoriais consistem em realizar degustação dos produtos alimentícios e avaliar a preferência e aceitação.

As entrevistas serão gravadas, porém todas as informações são confidenciais, garantindo o anonimato e serão utilizadas somente neste trabalho.

Fica garantido aos participantes o direito desistir de participar do estudo a qualquer momento sem o risco de qualquer penalização.

Se você tiver alguma dúvida em relação ao estudo, por favor, entrar em contato pelo telefone (48) 91558683 ou pelo e-mail amandabagolin@hotmail.com; (48) 37215384 e (48) 37219784.

Amanda Bagolin do Nascimento
Pesquisadora Responsável

Prof.^ª Dr. Evanilda Teixeira
Orientadora da pesquisa

Prof.^ª Dr. Giovanna M. R. Fiates
Co-orientadora da pesquisa

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____,
declaro que fui esclarecido sobre a pesquisa "Desenvolvimento de produto sem glúten elaborado a partir da investigação da percepção de portadores de doença celíaca sobre os produtos disponíveis no mercado" e concordo que meus dados sejam utilizados na realização da mesma.

Assinatura: _____ RG: _____

Florianópolis, _____ de _____ de _____.

**ANEXO A - PARECER COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
COM SERES HUMANOS DA UFSC.**

Certificado

https://sistema.cep.ufsc.br/certificado/certificado.php?id_pesquisa=2239

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
 Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão
 Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos

CERTIFICADO Nº 2239

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instaurado pela PORTARIA N.º 0114 GR 99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o conteúdo no Regimento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP.

APROVADO

PROCESSO: 2239 FR: 463491

TÍTULO: Desenho observacional de produtos sem glúten elaborado a partir da investigação da percepção de portadores de doença celíaca sobre os produtos disponíveis no mercado

AUTOR: Evelyn de Tarso, Anaclá Regina do Nascimento, Giovanna Meloni, Raimundo Farias

FLORIANÓPOLIS, 17 de Outubro de 2011.


 Carlos Américo de Jesus
 Presidente do CEPSH/UFSC
 e integrante do Comitê de Ética em Pesquisa do CEPSH/UFSC

**ANEXO B- QUESTIONÁRIO - QUESTÕES DE SAÚDE E
PRÁTICAS ALIMENTARES DE CELÍACOS**

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos

O questionário que você responderá a seguir faz parte da pesquisa “Desenvolvimento de produto sem glúten elaborado a partir da investigação da percepção de portadores de doença celíaca sobre os produtos disponíveis no mercado”. Ele é composto por 36 questões, na maior parte de marcar e levará poucos minutos para ser respondido. Por favor, responda a todas as questões.

I – CARACTERIZAÇÃO INDIVIDUAL

1. Nome: _____

2. Sexo () masculino () feminino

3. Data de nascimento: ____ / ____ / ____

4. Telefone: () _____ 5. E-mail: _____

6. Estado civil:
() Solteiro(a) () Com companheiro(a) () Viúvo(a) () Casado(a)
() Separado(a) ou divorciado(a) () Outro

7. Qual o mais alto nível de escolaridade que você completou?
() Menos que o ensino fundamental () Ensino fundamental (1º grau)
() Ensino médio (2º grau) () Colegial ou escola técnica
() Superior completo () Pós-graduação

8. Qual a sua profissão? _____

9. Qual a renda mensal da sua família? _____

10. Quantas pessoas moram na sua casa? _____

II – QUESTÕES DE SAÚDE

11. Você é fumante? () Sim () Não

12. Em comparação a outras pessoas de sua idade, você diria que sua saúde em geral é:
() Excelente () Muito boa () Boa () Média () Ruim

13. Na sua casa, há outras pessoas com a doença celíaca (DC)? – Se sim, responda:

	Idade (anos)	Sexo	Segue a dieta sem glúten?	Tem diagnóstico de doença celíaca?	Se sim, qual o ano do diagnóstico?
1ª pessoa		F M	Sim Não	Sim Não	19__ ou 20__
2ª pessoa		F M	Sim Não	Sim Não	19__ ou 20__
3ª pessoa		F M	Sim Não	Sim Não	19__ ou 20__
4ª pessoa		F M	Sim Não	Sim Não	19__ ou 20__
5ª pessoa		F M	Sim Não	Sim Não	19__ ou 20__
6ª pessoa		F M	Sim Não	Sim Não	19__ ou 20__

14. Há quanto tempo você foi diagnosticado como celíaco? _____

15. O diagnóstico foi confirmado por biópsia?

() Sim () Não () Não Sei

16. Você foi orientado a restringir o glúten da sua dieta?

() Sim () Não

17. Você tem outras alergias ou intolerâncias a alimentos que não contenham o glúten?

() Sim () Não

Se sim, quais alimentos provocam em você essas alergias ou intolerâncias?

() leite () ovo () nozes ou amendoim

() milho () frutas cítricas () outros: _____

18. Você sofre de outros problemas de saúde, além da DC, que lhe obrigam a restringir alguns alimentos na sua alimentação?

() Não () Sim

Se sim, qual (is)? () colesterol alto () diabetes () pressão alta

() outros (cite): _____

III - QUESTÕES SOBRE PRÁTICAS ALIMENTARES

19. Em relação aos alimentos contendo glúten você:

() nunca ingere

() às vezes ingere (uma vez a cada 10 dias, uma vez a cada 15 dias ou uma vez por mês)

() frequentemente ingere (uma vez por semana até 5 vezes por semana)

() ingere sem restrição alguma

() ingere segundo orientação médica

26. Você tem dificuldade de encontrar alimentos sem glúten para comprar?

- () Nenhuma dificuldade () Pouca dificuldade
 () Média dificuldade () Muita dificuldade

27. Com que frequência você lê os rótulos dos produtos industrializados que compra?

- () Muito frequentemente () Frequentemente () Às vezes
 () Raramente () Nunca

28. Em geral, você apresenta dificuldades em seguir uma dieta sem glúten?

- () Nenhuma dificuldade () Pouca dificuldade
 () Média dificuldade () Muita dificuldade

Por quê? _____

29. Expresse sua satisfação quanto aos produtos sem glúten que você já experimentou:

	Muito satisfeito	Medianamente satisfeito	Pouco satisfeito	Insatisfeito
Gosto				
Textura				
Variedade				
Preço				
Disponibilidade no mercado				
Informações no rótulo				

30. Expresse sua satisfação quanto aos produtos sem glúten de acordo com cada categoria de produto

	Muito satisfeito	Medianamente satisfeito	Pouco satisfeito	Insatisfeito
Pão				
Macarrão				
Biscoito / Bolacha				
Torradas				
Chocolate				
Bolos				
Salgadinhos (de pacote)				
Cereais				
Outros (especifique):				

31. Se você pudesse escolher um produto sem glúten para ser desenvolvido com as melhores características sensoriais (cor, sabor, aroma, textura e gosto), qual seria?

32. Na hora da realização das compras de produtos sem glúten quais são as características dos produtos que mais são levadas em conta: (pode marcar mais de uma alternativa)

- marca preço características nutricionais
 características sensoriais (cor, sabor, aroma, textura e gosto)
 embalagem anúncios Outros: _____

33. Quem respondeu o questionário?

- você outro (quem)? _____

IV – RECRUTAMENTO PRÓXIMAS ETAPAS DA PESQUISA

34. Você tem interesse em participar das discussões em grupo sobre alimentos sem glúten?

- Sim Não

35. Você tem interesse em degustar o produto alimentício sem glúten que for desenvolvido a partir deste estudo?

- Sim Não

36. Quais os dias e turnos na semana que você tem maior disponibilidade de tempo?

- | | |
|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Segunda-feira | <input type="checkbox"/> manhã |
| <input type="checkbox"/> Terça-feira | <input type="checkbox"/> tarde |
| <input type="checkbox"/> quarta-feira | <input type="checkbox"/> noite |
| <input type="checkbox"/> quinta-feira | |
| <input type="checkbox"/> sexta-feira | |

Obrigada! Sua participação foi muito importante para nós.