



NATÁLIA MANZATTI MACHADO ALENCAR

**DIRECIONADORES DE PREFERÊNCIA E PERFIL SENSORIAL DE PÃES
ISENTOS DE GLÚTEN E SACAROSE**

CAMPINAS

2014



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

NATÁLIA MANZATTI MACHADO ALENCAR

**DIRECIONADORES DE PREFERÊNCIA E PERFIL SENSORIAL DE PÃES
ISENTOS DE GLÚTEN E SACAROSE**

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do Título de Mestre em Alimentos e Nutrição na área de concentração Consumo e Qualidade de Alimentos.

Orientador (a): Prof. Dr^a. Helena Maria André Bolini

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELA ALUNA NATÁLIA MANZATTI MACHADO ALENCAR
E ORIENTADA PELA PROF. DR^a HELENA MARIA ANDRÉ BOLINI.**

CAMPINAS

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Claudia Aparecida Romano de Souza - CRB 8/5816

AL25d Alencar, Natália Manzatti Machado, 1988-
Direcionadores de preferência e perfil sensorial de pães isentos de glúten e sacarose / Natália Manzatti Machado Alencar. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Helena Maria André Bolini.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Amarantho. 2. Quinoa. 3. Edulcorantes. 4. Pão. 5. Doença celiaca. I. Bolini, Helena Maria André. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Drivers of liking and sensory profiling of gluten and sacarose free breads

Palavras-chave em inglês:

Amaranth

Quinoa

Sweeteners

Bread

Celiac Disease

Área de concentração: Consumo e Qualidade de Alimentos

Titulação: Mestra em Alimentos e Nutrição

Banca examinadora:

Helena Maria André Bolini [Orientador]

Sila Mary Rodrigues Ferreira

Karina de Lemos Sampaio

Data de defesa: 19-03-2014

Programa de Pós-Graduação: Alimentos e Nutrição

BANCA EXAMINADORA

Profª Dra. Helena Maria André Bolini
(Orientadora)

Profª Dra. Sila Mary Rodrigues Ferreira
(Membro)

Dra. Karina de Lemos Sampaio
(Membro)

Dra. Elizabeth Harumi Nabeshima
(Suplente)

Prof. Dr. Jorge Herman Behrens
(Suplente)

RESUMO GERAL

Na atualidade a doença celíaca atinge aproximadamente 1% da população do mundo, e cerca de 3,1% dos pacientes com diabetes mellitus tipo I. A doença celíaca é caracterizada pela atrofia da mucosa intestinal na parte proximal e pela permanente intolerância ao glúten. Seu tratamento consiste em uma dieta isenta de glúten. Novas estratégias tem sido utilizadas para a fabricação de produtos de panificação isentos de glúten e sacarose, que se referem à utilização de pseudocereais, tais como amaranto e quinoa e edulcorantes, como por exemplo, sucralose e estévia. Diante disso, o objetivo desse estudo foi analisar a incorporação de farinha de amaranto e quinoa e edulcorantes (sucralose, estévia, acessulfame-k) no estudo do perfil sensorial e físico-químico em 6 amostras de pães isento de glúten e de sacarose. Os pães foram formulados contendo 20% farinha de amaranto e quinoa como substituto parcial da composição de amidos, sucralose, estévia e sucralose/acessulfame-K como edulcorantes substitutos da sacarose. Para compor o estudo de análise sensorial foram realizados Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), teste de aceitação e análise tempo-intensidade para os estímulos gosto doce e amargo. O perfil físico-químico foi determinado por meio de volume específico do pão, cor, firmeza, atividade de água, composição centesimal, energia bruta e análise de imagem dos alvéolos. A análise estatística foi composta por Análise de Variância (ANOVA), teste de médias de Tukey ao nível de 5% de significância. Foi realizada uma correlação com os resultados da ADQ e impressão global do teste de aceitação por meio da análise de mínimos quadrados parciais (PLS). A ADQ foi realizada por 12 assessores, que geraram 24 termos descritores. Os pães com amaranto e quinoa foram percebidos com aroma e sabor característico desses pseudocereais, coloração marrom da casca do pão e maciez. No teste de consumidor verificou-se que a amostra com farinha de amaranto com sucralose foi a que obteve maior aceitação pelos consumidores. As análises-físico-químicas mostraram que os edulcorantes e as farinhas de amaranto e quinoa resultaram em bons substitutos para sacarose e amidos, respectivamente. A análise tempo-intensidade identificou um comportamento similar para a percepção do gosto doce entre as amostras. Quanto à percepção do

gosto amargo, os pães de quinoa com edulcorantes sucralose e sucralose/acessulfame-K apresentaram maior intensidade máxima para esse estímulo. A correlação por PLS revelou que os atributos aroma e sabor de amaranto foram direcionadores de preferência positivos. Por meio desses resultados observa-se que a incorporação de farinha de quinoa e amaranto e edulcorantes em pães sem glúten e sacarose foi eficiente no desenvolvimento dos pães. Assim a pesquisa possibilitou o desenvolvimento de pães para uma população específica, ou seja, os celíacos, diabéticos ou ambos.

Palavras chave: Amaranto, Quinoa, Edulcorantes, Pão, Doença Celíaca.

SUMMARY

Nowadays the celiac disease reaches nearly 1% of the world population, and almost 3,1% of the patients that have mellitus type I diabetes are affected by this disease. It is characterized by the atrophy of intestinal mucosa in the proximal part and permanent gluten intolerance. The treatment is a gluten free diet. Recent studies have shown new strategies for the gluten free or/and sugar free baked products, with pseudocereals amaranth; quinoa and sweeteners as sucralose and stevia. The objective of this study was analyze the partial replacement of amaranth and quinoa flour incorporation and sucrose replacement with sweeteners (sucralose, stevia and acesulfame-K) in gluten and sucrose free bread in the sensorial and physicochemical profile in 6 samples. Different types of breads where produced with either 20% amaranth or quinoa flour replacing wheat flour and sucralose, stevia and a blend of sucralose/acesulfame-K as sucrose replacers. The sensory evaluations were performed by means of Quantitative Descriptive Analysis (QDA), acceptance test, time intensity analysis for the sweet and bitter stimuli. Physicochemical analyses were performed by specific volume, colour, firmness, water activity, proximate composition, gross energy and image analysis of the alveoli. Statistical data were statistically analysed by Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's test average (in $p < 0.05$ of significance level). Sensory profile by QDA and overall impression were correlated obtained in the partial least square analysis (PLS) correlations technique. The QDA comprised which 12 panelists and created 24 descriptive terms. The bread samples with amaranth and quinoa were identified with characteristic's pseudocereals aroma and taste, brown bread skin color and soft. In the acceptance test, samples with amaranth and

sucralose were preferred ($p < 0,05$). The physicochemical analyses showed the sweeteners and the amaranth and quinoa flour were good replacers for sucrose and starch respectively. Time-intensity analysis identified a substitute similar behavior concerning to the sweet taste perception among the samples, while the perception of bitterness in the quinoa with sweeteners sucralose and sucralose/acesulfame-K presented maximum intensity for that stimuli. The correlations by PLS analysis revealed that the aroma and taste amaranth attributes detected the positive preference. From these results it is possible to conclude that the incorporation of quinoa and amaranth flour and sweeteners in breads without gluten and sucrose was efficient in the development the bread for a specific population, in other words, celiac and diabetics.

Key words: Amaranth, Quinoa, Sweetening Agents, Bread, Celiac disease.

SUMÁRIO

Introdução geral	1
Referências	4
<i>Artigo 1:</i> Análise sensorial como ferramenta para o desenvolvimento de pães sem glúten e sacarose	6
Resumo	7
1. Introdução	8
2. Doença celíaca	10
2.1. Prevalência	10
2.2. A patologia da doença celíaca	11
2.3. Manifestações clínicas e diagnóstico	14
2.4. Tratamento da doença celíaca	16
2.5. Associação da doença celíaca ao diabetes mellitus tipo1	18
2.6. Associações de celíacos no Brasil	19
3. Pão.....	20
3.1. Perfil da panificação no Brasil	20
3.2. Pão: Histórico e aspectos tecnológicos do pão	21
3.3. Pão isento de glúten: aspectos tecnológicos	22
3.4. Legislação	24
4. Aspectos nutricionais dos pseudocereais	25
4.1. Amaranto.....	26
4.2. Quinoa.....	28
5. Utilização de edulcorantes na panificação	30
5.1. Sucralose	32
5.2. Estévia	32

5.3. Acessulfame-k.....	33
6. Análise sensorial	34
7. Conclusão	37
Referências	38
<i>Artigo 2:</i> Perfil sensorial e aceitabilidade de pães sem glúten com quinoa, amaranto e edulcorantes.....	58
Resumo.....	59
1. Introdução	60
2. Material e Métodos.....	61
2.1. Material	61
2.2. Análise descritiva quantitativa (ADQ®)	63
2.3. Análise de aceitação	64
2.4. Análise estatística	65
3. Resultados e Discussão.....	66
3.1. Análise descritiva quantitativa	66
3.2. Teste de aceitação	81
3.2.1. Teste de aceitação com pacientes celíacos	86
4. Conclusão	88
Referências	89
<i>Artigo 3:</i> Análise de tempo-intensidade e propriedades físico-químicas de pães sem glúten.....	94
Resumo.....	95
1. Introdução	96
2. Material e Métodos.....	97
2.1. Material	97
2.2. Análises físico-química.....	99

2.2.1. Volume específico	99
2.2.2. Firmeza instrumental	100
2.2.3. Cor instrumental	100
2.2.4. Atividade de água.....	100
2.2.5. Composição centesimal	101
2.2.6. Energia bruta	101
2.2.7. Análise de imagem do miolo dos pães	101
2.3. Análise de tempo-intensidade	101
2.4. Análises estatísticas.....	103
3. Resultados e Discussão.....	104
3.1. Análise físico-químicas.....	104
3.1.1. Volume específico	106
3.1.2. Firmeza instrumental	106
3.1.3. Cor instrumental	107
3.1.4. Atividade de água.....	108
3.1.5. Energia bruta	109
3.1.6. Composição centesimal	109
3.1.7. Análise de imagem	110
3.2. Análise tempo-intensidade	112
3.2.1. Análise de tempo-intensidade para gosto doce.....	112
3.2.2. Análise de tempo-intensidade para gosto amargo	115
3.2.3 Análise de tempo-intensidade múltipla para pães sem glúten e sacarose.....	117
4. Conclusão	119
Referências.....	120

<u>Artigo 4:</u> Mapa de preferência externo e análise PLS de pães sem glúten	126
Resumo.....	127
1. Introdução	128
2. Material e Métodos.....	130
2.1. Material	130
2.1.1. Elaboração de pão sem glúten	130
2.2. Análise sensorial	131
2.2.1. Análise descritiva quantitativa (ADQ®)	132
2.2.2. Teste de aceitação	136
2.3. Análise estatística	136
3. Resultados e Discussão.....	137
3.1. Análise descritiva quantitativa	137
3.2. Teste de aceitação	139
3.4. Relação entre impressão global e análise descritiva quantitativa .	140
3.5. Mapa de preferência externo	141
4. Conclusão	143
Referencias	145
Conclusão geral	149
Anexos	151

Dedico aos meus pais!

“Que a felicidade não dependa do tempo, nem da paisagem, nem da sorte, nem do dinheiro. Que ela possa vir com toda a simplicidade, de dentro para fora, de cada um para todos. Que as pessoas saibam falar, calar, e acima de tudo ouvir. Que tenham amor ou então sintam falta de não tê-lo. Que tenham ideais e medo de perdê-lo. Que amem ao próximo e respeitem sua dor. Para que tenhamos certeza de que: Ser Feliz sem motivos é a mais autêntica forma de felicidade”.

Carlos Drummond de Andrade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meus caminhos.

À Professora Dra. Helena Maria André Bolini pela orientação, dedicação, pela paciência com que guiou essa pesquisa, por abrir caminhos e por ter me dado a oportunidade de me aprimorar na área de análise sensorial de alimentos. Obrigada pela amizade e carinho, meu eterno agradecimento.

Agradeço aos meus pais pelo apoio e incentivo, por ter me ensinado valores e princípios de vida, por sempre terem me acompanhado nos estudos. Por entenderem que a distância foi necessária para meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada pela dedicação e amor. Agradeço também a minha família.

À Equipe (família) do Laboratório de Análise sensorial (alunos e técnicas) agradeço a amizade, momentos de confraternização, companheirismo, troca de conhecimentos, colaboração, caronas, sugestões e o carinho que sempre tiveram comigo. Meus agradecimentos.

À Professora Dra. Caroline Joy Steel muito obrigada pelas sugestões, por ter disponibilizado o Laboratório de Cereais, ter acompanhado as análises físico-químicas. Agradeço a Pesquisadora Dra. Izabela Dutra Alvim (ITAL) por ter me ensinado e acompanhado na análise de imagem dos pães.

Ao Departamento de Alimentos e Nutrição (FEA/UNICAMP) agradeço pela oportunidade de crescimento científico e profissional. Aos funcionários do DEPAN e do Laboratório de Cereais (DTA) pelo apoio técnico e aos colegas de pós-graduação. Ângela e Bruna Barone muito obrigada pela amizade.

Agradeço a todos os professores, que me ensinaram ao longo dessa jornada. Desde a primeira professora Eudna por me recepcionar no inesquecível “primeiro dia da escola”, professores do colégio, da graduação (Universidade Católica de

Santos), da especialização e aos professores da FEA/UNICAMP. Às orientadoras de Iniciação Científica Andrea Pittelli e Elizabete Lourenço muito obrigada por mostrarem o caminho da pesquisa, pela dedicação, ensinamentos, incentivo e por sempre me acompanharem.

Muito obrigada ao Laboratório de Carnes (DTA/ FEA/UNICAMP), primeiro laboratório, que tive a oportunidade de pesquisar como bolsista de desenvolvimento tecnológico aqui na UNICAMP. Agradeço a Professora Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio por essa oportunidade.

Às minhas amigas Nádia, Marcela, Tati e Érika, amizade construída na especialização. Muito obrigada pelas risadas, momentos de descontração, e principalmente pela amizade, mesmo com a distância e rotina corrida estão sempre presentes.

Ao CNPQ e a CAPES agradeço a bolsa e financiamento concedidos. Agradeço as empresas: Urbano, R&S Blumos, Amafil, Cargil, Native, Yoki, Swetmix pela doação de matéria-prima para fabricação dos pães. Agradeço também a empresa Grani Amici na pessoa de Graziela Pastro Luchini, muito obrigada por ter disponibilizado sua empresa, equipamentos, colaboradores para produção dos pães desse estudo, agradeço as sugestões e atenção. Ao laboratório de refrigeração (FEA/UNICAMP), muito obrigada por ter cedido espaço para armazenamento dos pães.

Agradeço a Federação Nacional de Celíacos do Brasil, na pessoa de Lucélia Costa, muito obrigada pela atenção, por se interessar pelo nosso projeto, e sempre estar disposta a conversar e trocar experiências. O trabalho da Federação em melhorar a qualidade de vida das pessoas afetadas por doença celíaca e desordens relacionadas ao glúten é muito bonito! Agradeço a atenção da médica Sônia Lorena da FCM/UNICAMP.

Obrigada à banca examinadora por atender ao convite e pelas sugestões dadas.

E finalmente, muito obrigada a todos os provadores que participaram das análises sensoriais desse trabalho. A participação de vocês foi fundamental para esse trabalho!!!

INTRODUÇÃO GERAL

O pão é um produto fabricado e consumido a mais de 4000 mil anos. Os principais ingredientes para sua fabricação são: farinha de trigo, água e fermento. É uma das fontes de carboidrato mais importantes da dieta humana (DEWETTINCK *et al.*, 2008). No entanto 1% da população está impossibilitada de comer alimentos que contém farinha de trigo, cevada, malte, centeio e aveia, por serem portadores da doença celíaca.

O doente celíaco é tradicionalmente caracterizado por apresentar uma mucosa anormal na parte proximal do intestino e intolerância ao glúten (SHAMIR, 2003). O tratamento para doença celíaca consiste em uma dieta isenta de glúten, entretanto a restrição ao glúten impacta em vários aspectos do estilo e qualidade de vida dos portadores dessa doença (LEE; NEWMAN, 2003). Existem diferentes níveis de aderência à alimentação de pacientes celíacos, no entanto os estudos revelam que pessoas celíacas que evitam o glúten, possuem uma dieta equilibrada em calorias e nutrientes (ARAÚJO; ARAÚJO, 2011).

Recentes estudos mostram uma nova estratégia para a fabricação de produtos de panificação isentos de glúten, no qual se refere à utilização de pseudocereais, tais como: amaranto e quinoa. Os pseudocereais apresentam um excelente perfil de nutrientes, além de ser uma fonte de compostos bioativos e serem livres de glúten (ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010; CHLOPICKA *et al.*, 2012; BALLABIO *et al.*, 2011).

O amaranto e a quinoa são originários da cultura pré-colombiana, e são produzidos por países Latino Americanos. As proteínas presentes no amaranto e quinoa são de alta biodisponibilidade, quando comparado a outros cereais. São ricos em vitaminas e minerais o que os torna alimentos altamente nutritivos (SHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008).

A doença celíaca afeta pelo menos 10% dos pacientes com diabetes mellitus tipo 1 (DM1) em algum momento de sua vida. Devido às duas doenças o paciente requer cuidados dietoterápicos especiais como ausência de glúten e utilização de edulcorantes como substituto de açúcar, em uma mesma dieta (REWERS; EISENBARTH, 2012; MEDINA *et al.*, 2008).

Os edulcorantes compreendem uma classe de substâncias que compartilham a propriedade de interagir com os receptores gustativos produzindo o gosto doce. Dessa maneira são utilizados pela indústria de alimentos como substituto da sacarose, por apresentarem baixa caloria (MONTIJANO; TOMÁS-BARBERAM; BORREGO, 1998). O esteviosídeo é um adoçante natural, sendo recomendado para indivíduos diabéticos, fenilcetonúricos e pessoas que desejam perder peso (GEUNS, 2003). A sucralose é um adoçante de baixa caloria, que pode ser consumido por adultos diabéticos, sem limitações para qualquer grupo populacional (GROTZ; MUNRO, 2009).

Atualmente os edulcorantes já estão sendo testados como substitutos de açúcar em vários produtos, com o objetivo de reduzir calorias e disponibilizar produtos diferentes para diabéticos. De acordo com Psimouli & Oreopoulo (2012) os edulcorantes podem ser utilizados como substitutos de sacarose em massas de bolos por não afetar suas propriedades sensoriais e reológicas. Existem poucos trabalhos que correlacionam a utilização de edulcorantes e farinhas isentas de glúten em um mesmo produto, viabilizando o mercado de produtos livres de glúten (MAURÍCIO, 2011; MORAIS, 2011).

O desenvolvimento de pão isento de glúten com adição de amaranto e quinoa permite a agregação de maior valor nutritivo, visto que esses pseudocereais são ricos em proteínas de boa digestibilidade, podendo contribuir para saúde da população. Diante do pouco conhecimento dos aspectos sensoriais de pães de forma isentos de glúten, torna-se de grande importância o estudo da determinação das características sensoriais em relação a aceitação do consumidor.

A análise sensorial envolve a mensuração e avaliação de propriedades sensoriais de alimentos e materiais, sendo caracterizada pela interpretação de respostas sensoriais, que irão descrever atributos e características de um determinado produto. Existem várias técnicas de análise sensorial, que proporcionam melhoria contínua de um produto. Dessa maneira a análise sensorial é muito utilizada em controle de qualidade, marketing e pesquisa e desenvolvimento de uma empresa (STONE; SIDEL, 2004).

A análise sensorial descritiva permite a descrição sensorial completa do produto, portanto determina atributos sensoriais que são considerados importantes para aceitação do produto (STONE; SIDEL, 2004). Para complementar esse teste existe a metodologia de tempo-intensidade, que permite medir a intensidade e o tempo de duração de atributos sensoriais (MEIGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo estudar o perfil sensorial e físico-químico de pães isentos de glúten e sacarose, formulados com edulcorantes e pseudocereais.

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 & technology**, v. 21, 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**, 57, 2011.

BALLABIO, C. et al. Biochemical and Immunochemical Characterization of Different Varieties of Amaranth (Amaranthus L. ssp.) as a Safe Ingredient for Gluten-free Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, 2011.

CHLOPICKA J. et al. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. **Food Science and Technology**, v. 46, p. 548-555, 2012.

DEWETTINCK, K. et al. Nutritional value of bread: influence of processing, food interaction and consumer perception. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 243-257, 2008.

GEUNS, J. M. C.. Stevioside. **Phytochemistry**, 64, p. 913-921, 2003.

GROTZ, V. L.; MUNRO, I. C. Na overview of the safety of sucralose. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 55, p. 1-5, 2009.

LEE, A; NEWMAN, J. M. Celiac diet: Its **impact** on quality of life. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, n, 11, 2003.

MAURÍCIO, A. A. **Desenvolvimento de bolo de cenoura sem glúten com sacarose e diet e estudo do impacto do edulcorante no perfil sensorial e na aceitação do consumidor**. 2011. 123f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

MEDINA, N. Y. et al. Impacto del diagnóstico de La enfermedad celíaca en el control metabólico de la diabetes tipo 1. **Anales de pediatría (Barcelona)**, v. 68, n. 1 p. 13-7, 2008.

MEILGAARD, M.; CEVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3 edição. USA: Library of Congress Card, 1999, p. 168-169.

MONTIJANO, H. TOMÁS BARBERÁN, F. A.; BORREGO, F. Propriedades Tecnológicas y regulación de los edulcorantes de alta intensidad em la Unión Europea. **Food Science and Technology International**, v. 4, p. 5-16, 1998.

MORAIS, E. C. **Perfil sensorial e físico de pães de forma sem glúten com adição de prebióticos e edulcorantes**. 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

PSIMOULI, V.; OREOPOULOU, V. The effect of alternative sweeteners on batter rheology and cake properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 99-105, 2012.

REWERS, M.; EISENBARTH, G. S. Autoimmunity: Celiac disease in T1DM – the need to look long term. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 8, p. 7-8, 2012.
SHAMIR, R. Advances in celiac disease. Gastroenterology **Clinics of North America**. v, 32, p. 931-947, 2003.

SHOENLECHNER R.; SIEBENHANDL S.; BERGHOFER E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p.149-190, 2008.

STONE, H; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 3.ed. London: Elsevier, 408p., 2004b.

**ARTIGO 1: Análise sensorial como ferramenta para o desenvolvimento de
pães sem glúten e sacarose**

Natália Manzatti Machado Alencar, Helena Maria André Bolini.

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas,
Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, CEP: 13083-862, São Paulo, SP,
Brasil

RESUMO

A doença celíaca tornou-se uma das mais prevalentes geneticamente por acometer cerca de 1% da população. A doença é desencadeada pelo consumo de glúten, cuja ingestão produz uma reação inflamatória nas células do epitélio intestinal, podendo levar à total obstrução das vilosidades intestinais em estágios mais avançados da doença. Os principais sintomas são: diarreia e deficiência de micronutrientes pelo organismo. Assim, o tratamento baseia-se na exclusão de alimentos que contenham glúten. Atualmente novos ingredientes tem sido testados na área de panificação sem glúten com a utilização de proteínas, farinha oleaginosa e pseudocereais, que são ricos em proteínas, compostos fenólicos e fibras, além da substituição da sacarose por edulcorentes. O objetivo desse artigo foi realizar uma revisão de literatura sobre os principais aspectos da doença celíaca e da panificação isenta de glúten e sacarose, assim como algumas técnicas de análise sensorial para o desenvolvimento desses produtos.

Palavras-chave: doença celíaca; diabetes; pão.

1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca é a intolerância alimentar mais comum no mundo. Atinge cerca de 1 % da população é diagnosticada com a doença celíaca, o que torna uma das doenças mais prevalentes geneticamente. Em geral, 49% dos pacientes são diagnosticados com a doença em idade inferior a 15 anos, sendo predominante em mulheres (TANPOWPONG *et al.*, 2013). No Brasil 1 a cada 417 doadores de sangue da cidade de Curitiba são celíacos e 56% dos doadores de sangue são de descendência europeia, assim o componente genético (HLADQ2 e DQ8) estão fortemente associados com a doença celíaca e altamente prevalentes nessa população (PEREIRA *et al.*, 2006). Os celíacos apresentam risco para desenvolvimento de diabetes *mellitus* tipo I. A associação das duas doenças afeta aproximadamente 3,1% da população, o que é considerada uma taxa de prevalência baixa (KABANNI *et al.*, 2013).

Em indivíduos predispostos geneticamente, o peptídeo gliadina, presente no glúten, provoca uma inflamação crônica no epitélio intestinal aumentando a permeabilidade intestinal e consequentemente provocando uma reação imunológica, que causa a atrofia das vilosidades intestinais (RE *et al.*, 2013). Entre os pacientes celíacos é muito comum a dor abdominal e em algumas situações a associação com desordens gastrointestinais. A dor abdominal facilita o diagnóstico da doença, no entanto, pode permanecer a longo prazo, e em alguns pacientes pode estar acompanhada de desordens gastrointestinais. As principais associações são a dispepsia, síndrome do intestino irritável e cólicas intestinais (SAPS *et al.*, 2013). O diagnóstico da doença é realizado com base nos exames de biopsia de intestino, imunoglobulina A (IgA), anticorpo antitransglutaminase tecidual (hTTG) e anticorpo antiendomísio (EMA); o métodos sorológicos são considerados menos invasivos de melhor custo-benefício quando comparados à biopsia intestinal (WAKIN-FLEMING *et al.*, 2013). Bakker *et al.* (2013a) afirmam que os pacientes com diabetes *mellitus* tipo 1 (DMI) apresentam maior propensão para desenvolvimento de doenças autoimunes, entre elas, a doença celíaca. A maioria dos pacientes são diagnosticados primeiro com DMI e posteriormente doença celíaca. A incidência ocorre entre os 10 e 45 anos de idade (). Pelo fato da

atrofia das criptas intestinais resulta na redução da absorção de nutrientes, o paciente pode sofrer uma deficiência nutricional, quando não orientada uma dieta equilibrada. Dessa maneira, para completa recuperação das vilosidades intestinais e melhora dos sintomas, o único tratamento é a exclusão do glúten da dieta (PIETZAK, 2013). Em geral, os pacientes apresentam boa adesão a dieta, uma vez que pequenas quantidades de glúten apresentam consequências negativas para saúde do celíaco. Os pacientes que sentem maior dificuldade para seguir a dieta que é bem restrita, muitas vezes são depressivos e ansiosos, situações psicológicas que provocam baixa adesão (SAINSBURY; MULLAN; SHARPE, 2013).

O mercado de alimentos sem glúten está em plena expansão, novos produtos estão sendo lançados no mercado com a utilização de novos ingredientes que melhoram os aspectos nutricionais do pão. No entanto, além da qualidade nutricional, os alimentos sem glúten devem ser aceitos pelos consumidores. Neste contexto, a análise sensorial tem um papel muito importante no desenvolvimento de novos produtos, o que permite a identificação de atributos sensoriais que influenciam a aceitação, por meio de testes afetivos, análise descritiva e quantitativa (BOGUE; SORESON, 2008; STONE; BLEIBAUM; THOMAS, 2012).

Os pseudocereais, tais como quinoa e amaranto, estão sendo largamente utilizados na fabricação de produtos voltados para a saúde e em panificação isenta de glúten. Dentro das propriedades nutricionais da quinoa pode-se destacar a vitamina E e compostos fenólicos (MONCADA *et al.*, 2013). A utilização de farinha integral de amaranto em pães, aumenta o valor nutricional, a quantidade de fibras alimentares, de minerais e proteínas no produto (SANZ-PENELLA *et al.*, 2013).

O objetivo desse artigo foi realizar uma revisão de literatura sobre a doença celíaca destacando suas características clínicas, diagnóstico, tratamento, com destaque no que há de mais atual na produção de alimentos isentos de glúten.

2. DOENÇA CELÍACA

2.1. Prevalência

Atualmente a doença celíaca atinge aproximadamente 1% da população geral do mundo. Nas décadas passadas relatava-se que o povo europeu era o único atingido por essa doença. No entanto, dados epidemiológicos esclarecem que, na América do Norte e Sul, África, e Austrália, a doença celíaca é um caso emergente e preocupante no âmbito da saúde pública (REWERS, 2005; CATALADO, 2004; CATALADO; MONTALTO, 2007).

De acordo com Gandolfi *et al.* (2000), no Brasil a doença celíaca não deve ser considerada rara. Em Brasília (capital do país) a prevalência de doença celíaca entre doadores de sangue é de 1:618 (0,166%). Em um estudo similar realizado por Almeida *et al.* (2008), onde encontraram uma prevalência de doença celíaca de 4,8% entre parentes de primeiro grau residentes em Brasília.

De acordo com Malekzadeh; Sachved; Ali, (2005) no Oriente Médio cerca de 3 a 5% de indivíduos com diabetes tipo 1 (DM1), podem vir a apresentar a doença celíaca; entretanto, esses valores se elevam quando comparados ao Ocidente, onde cerca de 16,4% apresentam a associação das duas doenças.

Nos Estados Unidos, nos últimos 50 anos ocorreu um aumento na prevalência da doença celíaca. Além disso, o risco de morte para doença não diagnosticada é quatro vezes maior nos dias de hoje nesse país (RUBIO-TAPIA *et al.*, 2009). A prevalência da doença nos Estados Unidos, ocorre não somente em pacientes com sintomas, mas principalmente em torno de 4,54% entre parentes de pacientes de primeiro grau e 0,75% em indivíduos sem risco para doença. Dessa maneira, é possível concluir que a pré-disposição genética é um fator de risco para doença celíaca (FASANO *et al.*, 2003).

2.2. A patologia da doença celíaca

Dicke; Weijers; Kamer (1953) demonstraram em um estudo controlado, que o trigo, centeio e o malte eram prejudiciais para os pacientes celíacos, pois causavam anorexia, vômitos e diarreias em grandes proporções. Esses males eram decorrentes de algum “fator específico” presente em comum nesses alimentos, e hoje em dia sabe-se que era devido ao glúten.

A doença celíaca é resultado da interação do glúten com a imunidade, fatores genéticos e ambientais. O glúten é uma proteína presente no trigo, cevada, centeio, aveia e malte. Sua fração solúvel é denominada gliadina, que contém a maior parte dos componentes tóxicos. Diante disso, o indivíduo com a doença apresenta uma resposta imune à gliadina, caracterizada por uma reação inflamatória nas células do epitélio e lâmina própria do intestino, ocasionando a atrofia das vilosidades intestinais, como pode ser observado na Figura 1 (GREEN; CELLIER, 2007).

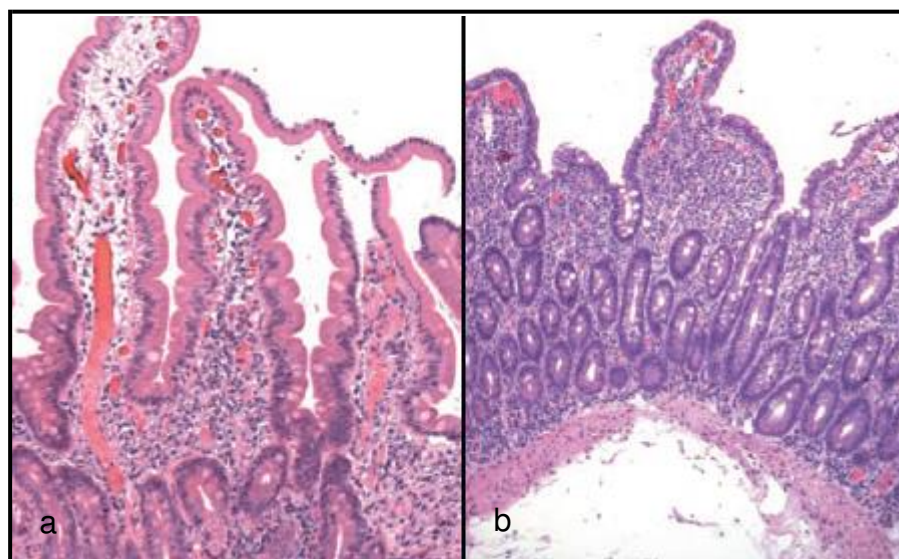


Figura 1: Apresentação da mucosa duodenal normal (a) e paciente com atrofia das vilosidades decorrente da doença celíaca.

Fonte: GREEN; CELLIER. 2007.

A doença celíaca apresenta uma progressão patológica estabelecida por: estágio 1 - infiltração intra-epitelial por parte dos linfócitos CD8; estágio 2 - hiperplasia das criptas, e infiltração da lâmina própria por células plasmáticas,

linfócitos CD4, neutrófilos, eosinófilos e mastócitos; e estágio III - atrofia das vilosidades (COONON, 2009).

Essa doença pode ser originária de fatores ambientais, genéticos ou pela resposta imunológica. Quando o indivíduo tem, como parte de sua dieta, o consumo de trigo e cereais, o glúten pode vir a induzir à doença, que foi desencadeada por um fator ambiental. Ela também é desencadeada geneticamente quando a pessoa apresenta genes que codificam o antígeno leucocitário humano HLA-DQ2 e HLA-DQ8. Dessa maneira, indivíduos de uma mesma família podem apresentar a doença de forma assintomática, ou apresentarem alguns sintomas, que após tratamento com dieta isenta de glúten desaparecem. Além disso, pode ocorrer uma resposta imune em relação ao peptídeo gliadina, no qual promoverá a morte dos enterócitos, danos às vilosidades e hiperplasia das criptas (HOWDLE, 2010; THAPA *et al.*, 2011).

O mecanismo de reação à gliadina no intestino consiste na indução da liberação de zonulina em indivíduos geneticamente predispostos à doença celíaca (HLA), que provoca o aumento da permeabilidade intestinal, os enterócitos são expostos à gliadina, e reagem com a zonulina no lúmen intestinal. Nos pacientes celíacos, a reação à zonulina leva a um aumento da permeabilidade intestinal, facilitando a entrada de macromoléculas, incluindo a gliadina, a partir do lúmen da lâmina própria (CLEMENTE *et al.*, 2003). Dessa maneira, a desregulação do “sistema zonulina” está intimamente relacionada com transtornos intestinais, que conduzem à doenças autoimunes como a celíaca e o diabetes mellitus tipo 1. A zonulina participa da regulação fisiológica no intestino delgado, e, quando esse sistema apresenta desregulação, permite a entrada da gliadina e da insulina, ativando a resposta imune a causar inflamação e danos no tecido intestinal (FASANO, 2001a; HEYMAN *et al.*, 2012; FASANO, 2012a). A explicação desse mecanismo pode ser observada na Figura 2, que quando o glúten é retirado da dieta, os níveis de zonulina sérica são normalizados, o intestino retoma sua barreira, os anticorpos são normalizados e o processo auto-imune é finalizado (FASANO, 2012b).

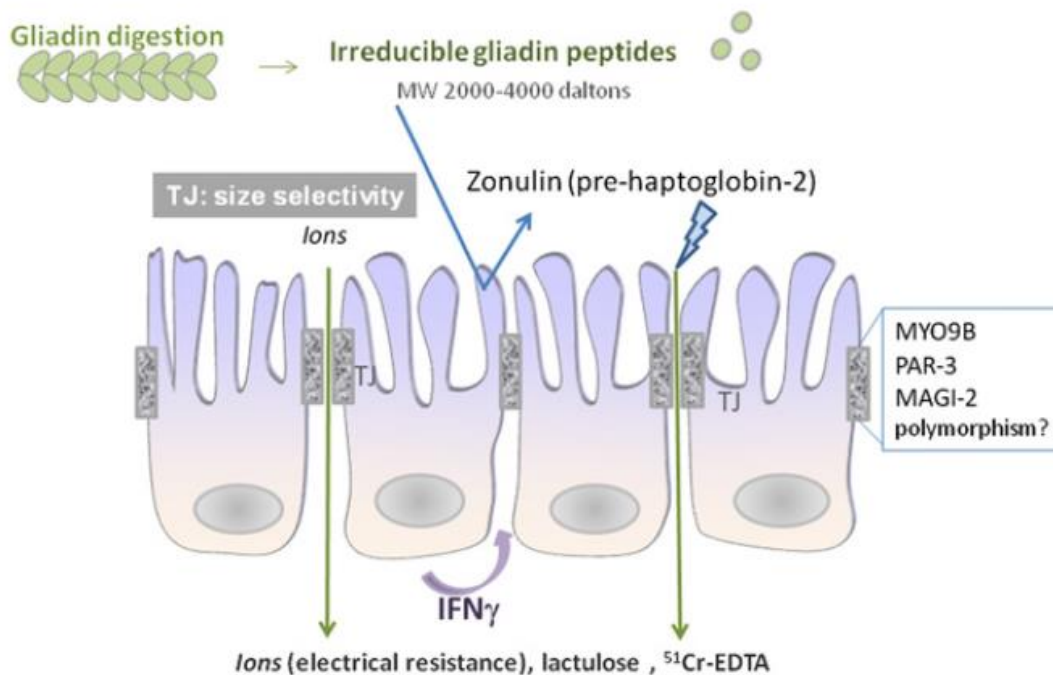


Figura 2: Representação da interação dos peptídeos da gliadina com células epiteliais, induzindo à liberação de zonulina, que promove a difusão de moléculas no lúmen, desencadeando a resposta imune.

Fonte: HEYMAN *et al.* 2012

A descoberta da zonulina promoveu o entendimento da regulação do epitélio intestinal. Atualmente, a zonulina pode ser utilizada como biomarcador do comprometimento da função da barreira intestinal das doenças autoimunes (FASANO, 2012c). O aumento da permeabilidade intestinal está intimamente relacionado a alergias alimentares, doença celíaca e diabetes tipo 1 (GROSCHWITZ; HOGAN, 2009).

A doença celíaca pode se apresentar de diferentes formas. Os indivíduos que não apresentam os sintomas da doença, apresentam doença celíaca assintomática/silenciosa. Pacientes que apresentam má absorção de nutrientes, fadiga, dores abdominais são diagnosticados com a doença celíaca típica/clássica. A doença celíaca atípica é descrita quando o indivíduo não apresenta perda de peso, mas exibe sintomas gastrointestinais (LUDVIGSSON *et al.*, 2013; Rampertab *et al.*, 2006).

A doença celíaca e a sensibilidade ao glúten são situações clínicas distintas que causam danos diferenciados à mucosa intestinal. A doença celíaca está

geralmente associada ao consumo de glúten, predisposição genética e fatores ambientais, enquanto que a sensibilidade ao glúten pode ser caracterizada pela ativação da resposta imune inata. Em geral, pacientes glúten-sensíveis não apresentam alterações na barreira da mucosa intestinal (SAPONE *et al.*, 2011).

A doença celíaca aumenta o risco para desenvolvimento de doenças autoimunes e pode ser associada a síndromes genéticas como: Down, Turner e Síndrome de Williams (LIONETTI; CATASSI, 2011).

2.3. Manifestações clínicas e diagnóstico

A doença celíaca é geralmente ilustrada como um “iceberg” (Figura 3). A ponta é representada pela forma clássica da doença, quando o paciente apresenta sintomas gastrointestinais. A parte submersa do iceberg é caracterizada pela apresentação atípica/silenciosa. Grande parte dos pacientes não apresentam sintomas, permanecendo sem diagnóstico e podendo ter complicações a longo prazo (CHARIDIMOU; LOIZOU; TRIANTAFYLLOU, 2010).

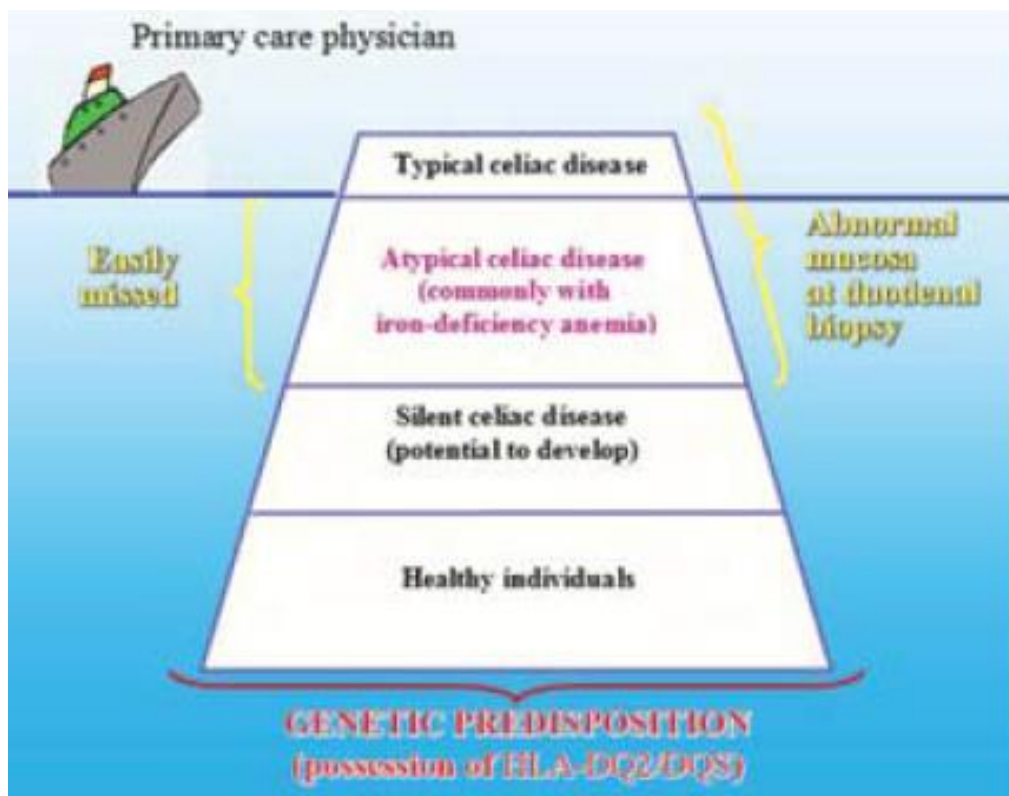


Figura 3: O iceberg da doença celíaca em adultos.

Fonte: CHARIDIMOU; LOIZOU; TRIANTAFYLLOU, 2010.

Dentre os danos causados nas vilosidades intestinais, essa doença pode provocar alguns sintomas como deficiência de micronutrientes (ferro, folato, vitamina B₁₂, A, D, E, K), redução da densidade óssea, diarreia, infertilidade, síndrome do intestino irritável, dispepsia, refluxo esofágico, doença autoimune, osteopenia, osteoporose, macrocitose, depressão, fadiga crônica, diabetes tipo I (GREEN; JABRI, 2003; BARTON; KELLY; MURRAY, 2007). Em crianças, a doença celíaca pode se apresentar silenciosamente. Entretanto os principais sintomas são: má absorção de nutrientes (anemia e deficiência de ferro), anorexia, diarreia e distensão abdominal, vômitos e déficit no crescimento. No entanto, o sintoma primário da doença é caracterizado por baixa estatura. Nos casos mais severos de crises, a criança pode apresentar: hipocalcemia, desidratação, hipotensão e letargia (RODRIGUES; JENKINS, 2006; GROLL *et al.*, 1981; CALCCIARI *et al.*, 1985). Pacientes com dispepsia, tem aumento do risco para desenvolvimento dessa doença, principalmente mulheres jovens com idade inferior a 45 anos (BARDELLA *et al.*, 2000).

Até 1950, o principal diagnóstico para detectar doença celíaca era verificar absorção de nutrientes, pois, em geral, a pessoa apresentava uma deficiência deles. Hoje em dia, o diagnóstico tradicional é a biopsia da mucosa intestinal, onde se irá analisar as vilosidades, a hiperplasia das criptas e o aumento dos linfócitos na lâmina própria e epitélio. No entanto, outros testes podem ser realizados como: sorologia; ELISA tTG (*tissue transglutaminase*); teste específico para HLA e EMA (MULDER; CELLIER, 2005; GUANDALINI; GUPTA, 2002; SALMI *et al.*, 2010; WINDT RT *et al.*, 2010; LUDVIGSSON; GREEN, 2011; FORD *et al.*, 2009). A técnica de sorologia, que identifica marcadores específicos da doença, tem contribuído significativamente para o diagnóstico eficiente e o acompanhamento da doença (BRIANI; SAMAROO; ALAEDINI, 2008).

O Ministério da Saúde preconiza o seguinte protocolo de exames para a detecção da doença celíaca: realização de endoscopia digestiva alta com biopsia de intestino delgado; testes sorológicos que incluem dosagens de anticorpos anti gliadina, antiendomísio e antitransglutaminase (BRASIL, 2009).

2.4. Tratamento da doença celíaca

Os pacientes celíacos apresentam deficiências de vitaminas, minerais, eletrólitos, anemia e muitas vezes, a doença pode estar associada a outras doenças como: diabetes mellitus I, epilepsia, anormalidades ósseas, que podem dificultar a recuperação do indivíduo. Assim, cabe ao profissional nutricionista elaborar e orientar a terapia dietética e corrigir os déficits de nutrientes, excluindo o glúten, e seus derivados, da alimentação (NASCIMENTO; TAKEITI; BARBOSA, 2012).

O tratamento baseia-se na exclusão de alimentos que contenham: trigo, centeio, cevada, aveia e malte, uma vez que pequenas quantidades são consideradas prejudiciais. Em alguns casos é recomendada a suplementação de micronutrientes. Torna-se interessante o consumo de vegetais, frutas, oleaginosas, carnes, aves, peixes, queijos e leites, com o objetivo de repor os micronutrientes não absorvidos antes da descoberta da doença (HOWDLE, 2010). De acordo com Thompson (2000), alguns pacientes desconhecem os alimentos permitidos para consumo, e também o risco de contaminação, por glúten, de alguns alimentos industrializados.

Historicamente, batata, arroz e milho eram substitutos para os grãos que continham glúten. Hoje em dia há muitos outros substitutos como: amaranto, linhaça, araruta, nozes, quinoa, sorgo, trigo sarraceno e soja. Essas variedades de grãos oferecem maior palatabilidade e valor nutricional. A utilização de pseudocereais (amaranto, quinoa) na alimentação isenta de glúten tem se tornado uma excelente opção, diante das propriedades nutricionais, além de melhorar a ingestão de proteína, cálcio, ferro e fibra alimentar. Mesmo com várias opções, a dieta isenta de glúten é considerada complexa e desafiadora, entretanto, com o avanço da indústria de alimentos, o acesso a ela está se tornando mais fácil (KUPPER, 2005; NIEWINSKI, 2008).

Quando o paciente não responde ao tratamento dietoterápico, deve-se averiguar se o celíaco é intolerante a outros alimentos como: soja e leite ou apresenta insuficiência pancreática ou enteropatia associada a células T ou linfoma. Nesses casos, tratamentos alternativos ou adjuvantes são necessários como terapias farmacológicas, à base de esteroides, imunossupressores. Caso o

tratamento ainda não tenha sucesso, a última opção é a nutrição parenteral (FASANO; CATASSI, 2001b; SCHUPPAN; JUNKER; BARISANI, 2009).

O tratamento da doença celíaca tem como principal objetivo a recuperação dos sintomas e da histologia das criptas intestinais. Uma dieta isenta de glúten levará o paciente a recuperar a atrofia das vilosidades do duodeno e do jejuno em pelo menos 6 meses, podendo, em alguns casos, levar à recuperação total da mucosa intestinal (MURRAY *et al.*, 2008). A dose mínima de 50mg diárias de glúten em pacientes que estão em tratamento, ou são sensíveis ao glúten, produz um dano significativo na mucosa do intestino delgado, provocando complicações no paciente (CATASSI *et al.*, 2007). Em função do tratamento ser unicamente dietoterápico, torna-se importante o acompanhamento do paciente na avaliação do seu estado nutricional, orientação relativa à escolha e preparo de alimentos, verificação a adequação da ingestão dietética (ARAÚJO *et al.*, 2010). Novas terapias são sugeridas por pesquisadores na prevenção e tratamento da doença celíaca. Como prevenção à doença celíaca sugere-se a introdução gradual de glúten em crianças para induzir a tolerância oral ao glúten. A terapia enzimática tem como objetivo reduzir a toxicidade do glúten; enquanto com a tecnologia transgênica é possível produzir trigo desprovido de gliadina; além da utilização de estratégias imunomoduladoras (FASANO, 2012d). Recentemente uma nova terapia de dessensibilização tem sido testada, que consiste em uma vacina que possui três dessensibilizantes aos peptídeos imunogênicos do glúten; desenvolveu-se como um agente imunoterapêutico e profilático para restaurar a tolerância ao glúten. No entanto não é revelado pelo autor mais informações sobre comercialização e laboratório que está desenvolvendo a vacina (MATOORI; FUHRMAN; LEROUX, 2013). O tratamento consiste em administração de dose única da vacina, que tem se demonstrado bem tolerada pelos pacientes, e segura (RASHTAK; MURRAY, 2012).

2.5. Associação da doença celíaca ao diabetes mellitus tipo1

A doença celíaca pode se apresentar associada ao diabetes mellitus tipo 1 (DM1). De acordo com Baptista *et al.* (2005) a prevalência de doença celíaca em crianças e adolescentes brasileiras com DM1 é de aproximadamente 4,8%. Um estudo multicêntrico realizado na Itália por Franzese *et al.* (2011), descreveu a prevalência de doença celíaca em 12,2% de pacientes jovens com DM1. A associação das duas doenças, aumenta o risco de morte dos pacientes quando se compara com pacientes que possuem apenas DM1 (MOLLAZADEGAN, *et al.*, 2013)

A doença celíaca ativa a resposta imune a induzir a produção de anticorpos contra as células pancreáticas em indivíduos geneticamente predispostos a DM1 (VITÓRIA *et al.*, 1998). Os pacientes que apresentam as duas doenças concomitantemente, quando submetidos à dieta isenta de glúten, apresentam redução nos episódios de hipoglicemia. Apesar disso, o mecanismo para explicação desse controle glicêmico ainda é considerado controverso (MARCHESE *et al.*, 2013). Em adultos celíacos a principal complicação diabética a longo prazo é a retinopatia. No entanto, sua prevalência é considerada pequena quando comparada a pacientes apenas diabéticos (BAKKER *et al.*, 2013b).

Crianças com DM1 e doença celíaca têm maior frequência de sintomas gastrointestinais, no entanto a dieta isenta de glúten recupera, em curto prazo, o estado nutricional do paciente (NARULA *et al.*, 2009). Além disso, a ausência de glúten promove um melhor controle metabólico e glicolipídico (PICARELLI *et al.*, 2011). Leeds *et al.* (2011), verificaram em pacientes celíacos diagnosticados com DM1 ineficiência do controle glicêmico, colesterol elevado, nível de HDL baixo, além de problemas renais e neuropatia, mas demonstraram que após um ano de dieta isenta de glúten, mudanças favoráveis ocorreram nos lipídios sanguíneos, controle da glicemia e da excreção de proteína renal. O controle da glicemia por meio da dieta isenta de glúten pode variar de paciente para paciente e, em geral, ocorre um controle favorável da glicemia após o início da dieta sem glúten (SIMPSON *et al.*, 2013). A alimentação de um paciente com doença celíaca e DM1, deve apresentar ausência de glúten e índice glicêmico baixo. Em geral, os produtos livres de glúten são fabricados com farinha de milho e de arroz,

entretanto não está claro se a composição dessa dieta pode apresentar alguma desvantagem em relação ao índice glicêmico (CAMARCA *et al.*, 2012). De acordo com Medina *et al.* (2008), a dieta isenta de glúten para crianças com doença celíaca e DM1, não provoca alteração no crescimento e no controle metabólico da diabetes.

Segundo Sud *et al.* (2012) crianças com doenças celíaca e DM1 não apresentaram prejuízos na qualidade de vida e no impacto para adesão da dieta, porém o estudo relata a preocupação dos pais em relação a alimentação em atividades sociais, pois na maioria das vezes, a alimentação especial não está disponível.

2.6. Associações de celíacos no Brasil

Seguir uma dieta restrita em glúten embora pareça simples, na prática essa mudança é considerada muito radical para o paciente. Em fevereiro de 1994 os pais de crianças celíacas fundaram a Associação dos Celíacos do Brasil - Seção São Paulo, que tem como objetivo orientar os pacientes quanto à doença e questões relacionadas a dieta isenta de glúten, por meio de palestras e manuais de orientação (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999).

A Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil, denominada de FENACELBRA, foi fundada em 27 de agosto de 2006. A federação tem como principais finalidades: representar as entidades congregadas; incentivar e orientar fundações de novas associações; promover troca de experiências entre os associados; promover programas de ação; apresentar sugestões de amparo aos celíacos; promover congressos; divulgar e conscientizar a respeito da doença celíaca; incentivar a criação de centros para atendimentos aos associados; estimular a realização de pesquisas (BRASIL, 2006).

A Lei Estadual nº 13.018/08 institui o Dia Estadual do Celíaco a ser celebrada anualmente no terceiro domingo de maio no estado de São Paulo (BRASIL, 2008).

3. PÃO

3.1. Perfil da panificação no Brasil

O setor de panificação apresentou em 2012 um índice de crescimento de 36%, o que representou um faturamento de vendas de R\$ 39,9 bilhões de reais. Dessa maneira, o setor recebeu aproximadamente 44 milhões de clientes nos estabelecimentos (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA ALIMENTAÇÃO, CONFEITARIA E PANIFICAÇÃO, 2013). A criação de áreas de café e lanchonetes tem contribuído para o crescimento desse setor (INSTITUTO TECNOLÓGICO, 2012). O crescimento do setor de panificação no ano de 2011 comparado ao crescimento de outros setores pode ser observado no gráfico abaixo.



Gráfico 1: Apresentação do crescimento do setor de panificação no ano de 2011 comparado a outros setores.

Fonte: INSTITUTO TECNOLÓGICO, 2012.

No Brasil existem mais de 63 mil panificadoras. São Paulo é o estado que concentra o maior número de padarias do país 12764, seguido do Rio de Janeiro (7400). Assim, o setor de panificação é considerado um dos maiores segmentos

industriais (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA ALIMENTAÇÃO, CONFEITARIA E PANIFICAÇÃO, 2013).

3.2. Pão: histórico e aspectos tecnológicos do pão

O pão é um produto obtido pela mistura de ingredientes como: farinha de trigo ou outras farinhas, adicionados de líquidos, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

Desde 500 a.C. os pães tem desempenhado um papel significativo na alimentação humana. Acredita-se que, logo que os seres humanos passaram a utilizar o fogo o processo de fermentação do pão tenha iniciado (STEINKRAUS, 2004).

A indústria de panificação têm passado por mudanças nos últimos 150 anos. As pequenas padarias artesanais deram lugar a grandes padarias equipadas com maquinários, que proporcionam produção de pães em larga escala, de boa qualidade tecnológica e nutricional (MONDAL; DATTA, 2008).

Segundo Gellynck *et al.* (2009) os consumidores consideram o pão, alimento básico e tradicional, que é consumido principalmente no café da manhã como fonte de energia adequada e elemento fundamental para uma alimentação equilibrada. Além disso, a aparência, o sabor, aroma e textura de pães são fatores que afetam a percepção do consumidor em relação à qualidade do produto. Tradicionalmente, espera-se que o pão apresente um aroma de fermento e trigo, a textura do miolo macia e úmida, com uma crosta seca e crocante (REHMAN; AWAN, 2011).

Atualmente, por consequência de um estilo de vida mais saudável, tem aumentado a procura por pães integrais, multi-grãos ou que apresentem na sua formulação alguma funcionalidade. Apesar de pães com fibras, centeio e integrais serem muito conhecidos entre os consumidores pelos seus benefícios à saúde, sua frequência de consumo ainda é considerada pequena (PIMENTEL; SIMÕES, 2012). No entanto, a indústria de panificação tem se preocupado em desenvolver

pães com características que permitam competir com o pão branco (DEWETTINCK. *et al.*, 2008).

O principal ingrediente na fabricação do pão é a farinha de trigo, que contribui para as características específicas, na massa, como textura e simetria, pois retém o gás produzido durante a fermentação e cocção. A elasticidade da massa deve-se ao glúten, que representa 80 – 90% das proteínas totais da farinha de trigo. Quando hidratados, o glúten comporta-se como um líquido viscoso e confere extensibilidade e textura, permitindo que a massa se expanda durante a fermentação (OATS, 2000; WOOKEY *et al.*, 1979). A gliadina e glutenina, que são subfrações do glúten, são indicadores de qualidade do pão, pois promovem maior volume específico, melhoram a qualidade proteica, além disso a qualidade do glúten apresenta uma correlação positiva com a estabilidade da massa (BARAK; MUDGIL; KHATKAR, 2013). No processo de fabricação do pão, a etapa de mistura e homogeneização dos ingredientes é essencial para que o glúten desenvolva a estrutura do miolo (SCANLON; ZGHAL, 2001).

Apesar das importantes funções tecnológicas do glúten na massa do pão, ele pode desencadear a doença celíaca. Neste caso, o tratamento indicado é uma dieta isenta desse elemento. De acordo com o *Codex Alimentarius Commission* (2008) em alimentos isentos de glúten é solicitado que o nível de glúten não exceda 20 mg/Kg no alimento.

3.3. Pão isento de glúten: aspectos tecnológicos

Os produtos isentos de glúten estão disponíveis principalmente em lojas *on line* e especializadas em alimentos dietéticos, em uma maior oferta, se compararmos com as grandes redes de supermercado e mercearias onde poucas variedades desse produto são disponibilizadas. Em geral, o custo de alimentos isentos de glúten são 240% mais caros do que os alimentos feitos à base de farinha de trigo (LEE *et al.*, 2007). Desde o ano 2000 as vendas de produtos sem glúten cresceram mais de 300%, e um aumento no desenvolvimento desses

produtos isentos de glúten tem se observado ao redor do mundo (CURETON; FASANO, 2009).

O glúten exerce função fundamental na textura do pão, promovendo qualidade para a estrutura do produto, simetria e textura. A produção de produtos de panificação isenta de glúten torna-se um grande desafio tecnológico. Em geral, esses produtos são produzidos basicamente de amido o que torna o produto sem aroma, quebradiço, seco e com uma pobre qualidade sensorial (ARENDR; REZENTTI; BELLO, 2009).

Na produção de pães sem glúten o ingrediente mais importante é o amido para dar volume; o leite; a carboximetilcelulose (CMC) e goma xantana que contribui para a textura, aparência do produto e melhor aceitação sensorial pelos consumidores (PREICHARDT *et al.*, 2011); o ovo atua melhorando a cor, sabor e emulsificação da massa; e a água é importante para solubilização dos ingredientes e gelatinização do amido quando o pão é submetido ao calor (ARENDR *et al.*, 2008). A farinha de arroz é considerada um ingrediente importante na fabricação de pães para celíacos, conferindo crocância e firmeza ao produto final, além disso, a mistura de farinha de arroz, amido de milho e de mandioca podem produzir pães de alta qualidade (ROSELL; MARCO, 2008).

Nos últimos anos, houve avanços na pesquisa sobre desenvolvimento de produtos de panificação sem glúten. Os testes envolvem a utilização de amidos, gomas, hidrocolóides, proteínas e fibra prebiótica (inulina), amaranto, quinoa e trigo sarraceno com objetivo de promover maior aceitação sensorial e vida de prateleira (GALLAGHER; GORMELEY; ARENDR, 2004a; TORBICA; HADNADEV; DAPCEVIC, 2010; ANDERSSON, *et al.*, 2011). A utilização de isolado proteico do leite, leite em pó e soro do leite resultam em pães volumosos e macios (GALLAGHER; GORMELEY; ARENDR, 2004b). A adição de fibras nesse tipo de pães proporciona a massa com volume e maciez, além de uma aparência externa atraente e uniforme (SABANIS; LEBESI; TZIA, 2009). As enzimas glicose oxidase e trasglutaminase podem ser incorporadas nas fórmulas de pães para melhorar a qualidade global do produto, pois elas modificam o comportamento elástico e viscoso de pães; dessa forma torna-se possível a redução da utilização de CMC (GUJRAL; ROSELL, 2004; ARENDR; RENZETTI, 2009).

Hoje em dia, novas pesquisas vêm sendo desenvolvidas com objetivo de diversificar a produção de alimentos isentos de glúten, por meio de novos ingredientes para serem incorporados na massa como: proteínas de ervilha, albumina, colágeno, tremoço e soja (ZIOBRO *et al.* 2013), e *Aspergillus oryzae*, fungo muito utilizado na indústria japonesa (HAMADA *et al.*, 2013). O estudo de novas tecnologias vem sendo explorado como possível alternativa para melhorar a qualidade desses alimentos. Entre elas estão: extrusão termoplástica; pulso de luz; transferências de calor; nanotecnologia; biotecnologia e a alta pressão (GALLAGHER, 2009).

Hoje em dia, a disponibilidade de alimentos isentos de glúten é limitada e de alto custo, o que causa um impacto negativo no cumprimento e adesão da dieta por muitos pacientes (SINGH; WHELAN, 2011). Segundo Bogue; Sorenson (2008) o mercado de alimentos isentos de glúten está em amplo crescimento, pois se prevê que no futuro, não apenas pessoas celíacas consumirão esse tipo de produto, mas indivíduos que desejam consumir alimentos sem alergênicos ou outros ingredientes que possam influenciar negativamente a saúde. Nesse contexto, a identificação de atributos sensoriais, que irão influenciar a aceitação do produto precisam ser identificados, a fim de produzir alimentos isentos de glúten com maior qualidade e aceitabilidade e com perspectiva de expansão desse mercado.

3.4. Legislação

De acordo com a Lei 10.647 (BRASIL, 2003), todos os alimentos industrializados obrigatoriamente devem conter em seu rótulo ou bula, as inscrições “contém Glúten” ou “não contém Glúten”. A advertência deve ser impressa no rótulo e embalagens de produtos, assim como em cartazes e materiais de divulgação com caracteres em destaque, nítidos e de fácil leitura. Essa é uma medida preventiva e de controle da doença.

Nos Estados Unidos, a agência regulatória *Food and Drug Administration*, publicou em janeiro de 2007 um documento, no qual se define que para um

produto ser livre de glúten deve apresentar menos de 20mg/Kg de alimento. Além disso, em 2009 a União Europeia criou uma regulamentação semelhante à dos Estados Unidos, portanto para um alimento ser considerado livre de glúten deve conter menos de 20 mg/kg e para ser considerado com “muito pouco glúten” deve apresentar menos de 100mg/kg de alimento (HELLER, 2009).

4. Aspectos nutricionais dos pseudocereais

Os pseudocereais pertencem à maior subclasse de plantas com flores chamada dicotiledônea (duas sementes). Devido a sua composição química a quinoa, trigo sarraceno e amaranto são considerados pseudocereais (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008; ARENDT; REZENTTI; BELLO, 2009), pois são ricos em proteína e amido, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1: Composição química de amaranto, quinoa e trigo sarraceno

Componente	Amaranto (<i>Amaranthus spp.</i>)	Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Trigo sarraceno (<i>Fagopyrum esculentum</i>)
Água	11,10	12,70	14,10
Proteína	14,60	13,80	10,90
Gordura	8,81	5,040	2,71
Carboidrato	55,10	67,35	67,2
Fibra bruta	3,90	2,30	-
Fibra Alimentar	11,14	12,88	8,62
Minerais	3,25	3,33	1,59

Fonte: SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008.

Os pseudocereais são fontes substanciais de folato quando comparados a cereais. Nesse contexto, a inserção de pseudocereais na alimentação torna-se uma alternativa interessante para aumentar a ingestão de folato (SCHOENLECHNER et al., 2010). Além disso, os pseudocereais são ricos em proteínas, lipídios (PALOMBINI et al., 2013). Dentre os pseudocereais o que apresenta maior concentração de compostos fenólicos na farinha é o trigo

sarraceno (7,25 mg/g), seguido por quinoa (2,8 mg/g) e amaranto (2,71mg/g), portanto, a utilização das farinhas de pseudocereais é interessante para produção de produtos de panificação levando-se em conta, o conteúdo de compostos fenólicos nela presentes (CHLOPICKA *et al.*, 2012). Evidências científicas demonstram que grãos integrais desenvolvem benefícios à saúde, como redução do risco de hipertensão arterial, doença cardiovascular, diabetes mellitus tipo 2, câncer e auxílio na manutenção do peso corpóreo. Esses efeitos protetores são apresentados nas porções ao redor de 6,3 g/diária (BORNEO; LEÓN, 2012).

Os pseudocereais podem ser utilizados como fonte de grãos integrais, pois, são ricos em fibras, proteínas, e ferro e não possuem glúten (ZANNINI *et al.*, 2012). Sua utilização na produção de alimentos é interessante, entretanto do ponto de vista sensorial, pode não ser bem aceito pelos consumidores considerando que as pessoas tem preferências diferentes quanto ao sabor dos alimentos, mas sua substituição lenta e progressiva fará dessa classe de alimento mais aceita pela população (ALMEIDA; FERNANDES, 2011). A utilização de pseudocereais em produtos isentos de glúten tem sido bem sucedida do ponto de vista tecnológico e na melhoria da qualidade nutricional (MARTI; PAGANI, 2013).

4.1 Amaranto

O cultivo das mais de 60 espécies do gênero *Amaranthus* iniciou na América do Sul, e foi um dos alimentos consumidos pela cultura asteca durante a civilização pré-colombiana da América Central. Atualmente esse pseudocereal é produzido no Equador; na Bolívia; no Peru e na Argentina (BAVEC; BAVEC, 2006). Segundo Teixeira; Spehar; Souza (2003) o amaranto se adapta facilmente às condições climáticas e de solo. No Brasil, apresenta características agrônômicas desejáveis e tem potencial para se tornar uma opção de cultivo.

A planta de amaranto possui inflorescências retas ou horizontais, com cores vivas, incluindo verde; amarelo; laranja; rosa; vermelho; violeta e marrom (BAVEC; BAVEC, 2006). Conforme pode ser visualizado na Figura 4.



Figura 4: Inflorescência de *A. caudatus*.
Fonte: BAVEC; BAVEC, 2006.

A composição nutricional do amaranto contém lipídios, que são importantes constituintes desse alimento. Os principais ácidos graxos presentes no amaranto são linoleico, palmítico e oleico (HLINKOVÁ *et al.*2013). O triacilgliceróis, fosfolipídios, tocoferóis também são elementos lipídicos presentes no grão. Além disso, ele é fonte de proteínas, e rico em polissacarídeos e fibras (VENSKUTONIS; KRAUJALIS, 2013).

O amaranto quando comparado aos cereais, possui menor quantidade de amido, porém este apresenta bom ciclo de congelamento e descongelamento; retrogradação estável; gelatinização em altas temperaturas; viscosidade; grande capacidade de retenção de água e boa solubilidade. É um pseudocereal rico em aminoácidos essenciais, em particular: glutamina, glicina e metionina. Estudos indicam que o amaranto não é tóxico para pacientes celíacos (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008). As proteínas do amaranto (*A. mantegazzianus*) são uma potencial fonte de peptídeos antioxidantes, que podem ser liberados para o organismo após a digestão gastrointestinal (DELGADO; TIRONI; AÑÓN, 2011).

Também é atribuído ao amaranto a redução dos níveis de LDL-colesterol e colesterol; decréscimo das enzimas ALT (alanina aminotransferase) e AST (aspartame aminotransferase); melhora da hipertensão arterial e da anemia; estimulação do sistema imune; decréscimo da glicose sanguínea, aumento dos níveis de insulina sérica e atividade antioxidante (CASELATO-SOUSA; AMAYA-

FARFÁN, 2012). Gerra-Matias; Arêas (2005) observaram que biscoitos à base de amaranto possuem elevado índice glicêmico e resposta insulinêmica, sendo que sua ingestão deve ser planejada para obter o controle adequado da glicemia.

O sucesso na produção de pães isentos do glúten com amaranto é decorrente do elevado teor de amilase presente no grão (ARENDT; REZENTTI; BELLO, 2009). Entretanto, é difícil atingir o comportamento reológico similar de massas à base de farinha de trigo, por isso técnicas de acidificação estão sendo testadas e tem demonstrado influências positivas na reologia da massa (HOUBEN *et al.*, 2010). Os produtos isentos de glúten possuem vida de prateleira curta, pois perdem o frescor em pouco tempo, porém, pães enriquecidos com farinha de amaranto não apresentam alterações na reologia da massa quando congelados, e, esse processo prolonga inclusive o tempo de armazenamento (LERAY *et al.*, 2010).

A farinha de amaranto obtida pelo processo de extrusão necessita de uma tecnologia muito eficiente e bem estabelecida no âmbito industrial, mesmo porque ela pode ser utilizada na fabricação de farinhas instantâneas (MENEGASSI; PILOSOFF; ARÊAS, 2011). A utilização de 20 a 40% de farinha de amaranto na formulação de pão, promove aumento do teor de minerais, particularmente do ferro, e de proteínas e fibra alimentar. Portanto, a incorporação do amaranto na panificação melhora o valor nutricional do produto (SANZ-PENELLA, 2012).

A utilização da farinha de amaranto, cerca de 2,5% e farinha de arroz na elaboração de massa alimentar e barra de cereais, não afeta negativamente os atributos sensoriais dos produtos. Dessa maneira, é possível promover uma diversificação dos produtos direcionados para celíacos incorporando ingredientes de valor funcional e nutricional na dieta (BORNEO; AGUIRRE, 2008; CAPRILES; ARÊAS, 2010).

4.2. Quinoa

A quinoa é uma planta nativa da Cordilheira dos Andes. Durante muitos anos, os grãos foram produzidos e consumidos pelos povos da região da Bolívia,

Chile, Equador e Peru. Por um período o cultivo da quinoa foi substituído pela produção de cereais como: cevada e trigo, porém atualmente a quinoa tem sido cultivada em países como Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Chile e Argentina (BAVEC; BAVEC, 2006). No Brasil, a quinoa está sendo produzida na região do cerrado. Para a produção de grãos de qualidade, é necessário o planejamento da semeadura, entre janeiro e julho, e a colheita é realizada na época da seca (SPEHAR; ROCHA; SANTOS, 2011).

A quinoa é uma planta que pertence à família *Chenopodiaceae*, possui inflorescências de diversas cores, e flores incompletas por não apresentarem pétalas (BAVEC; BAVEC, 2006). A Figura 5 apresenta a inflorescência desse pseudocereal.



Figura 5: Inflorescência de quinoa.
Fonte: BAVEC; BAVEC, 2006.

A composição química da quinoa é caracterizada por amidos de maior temperatura de gelatinização e viscosidade em altas temperaturas (LORENZ; COLLINS, 1990). O grão é rico em aminoácidos como: lisina, metionina e cisteína e minerais como: cálcio, magnésio, ferro, potássio, zinco (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008), e gorduras poli-insaturadas, ácido palmítico, ácido linoleico, (PEIRETTI; GAI; TASSONE, 2013). A quinoa é um cereal rico em nutrientes, apresenta um alto teor de proteínas, ácidos graxos semelhantes aos presentes no óleo de soja, é considerada fonte de fibras e apresenta compostos fenólicos, folato (REPO-CARRASCO-VALESCIA; SERNA, 2011; REPO-CARRASCO-VALESCIA *et al.*, 2010; ISHIMOTO; HAGER *et al.*, 2012).

Devido a sua qualidade funcional e nutricional, a quinoa exerce forte contribuição para a nutrição humana, protege as membranas celulares por sua ação antioxidante (VEGA-GÁLVEZ *et al.*, 2010). O extrato da folha apresenta efeito quimiopreventivo e anticarcinogênico (GAWLIK-DZIKI *et al.*, 2013), além de um efeito potencial na inibição *in vitro* da α -glicosidase. Essa funcionalidade é interessante para o controle da absorção de glicose intestinal, já que, seu consumo pode ser uma estratégia eficiente para o controle da diabetes tipo 2 (RANILLA *et al.*, 2009).

Hoje em dia, a quinoa está sendo utilizada como substituto de cereais para produção de alimentos sem glúten, além de ser um alimento isento da fração tóxica, a gliadina, é seguro para ser consumido por essa parcela da população (ZEVALLOS *et al.*, 2012). A utilização desse pseudocereal proporciona alimentos de boa qualidade na textura e composição nutricional (BERGHOFER; SCHOENLECHNER, 2008). No entanto, sua aplicação na produção de pães isentos de glúten está em investigação (ARENT; RENZETTI; DAL BELLO, 2009). A farinha de quinoa pode ser utilizada na fabricação de pães, biscoitos, bebidas e sopas, apresenta boa qualidade de hidratação e solubilidade (ABUGOCH *et al.*, 2009). Também pode ser consumida como arroz, molhos, cereais matinais, bolos e massas (BORGES *et al.*, 2010).

5. UTILIZAÇÃO DE EDULCORANTES NA PANIFICAÇÃO

Os edulcorantes são substâncias diferentes dos açúcares e conferem gosto doce aos alimentos (BRASIL, 1997). Essas substâncias podem ser naturais (extraídas de vegetais e frutas) ou artificiais (produzidas em laboratório). Apesar de não serem açúcares, apresentam uma capacidade adoçante superior à da sacarose (SHIBAO *et al.*, 2009). O gosto doce sinaliza que carboidratos, de alto teor calórico tais como açúcar e edulcorantes que se ligam ao receptor gustativo do gosto doce (DALY *et al.*, 2012). Os edulcorantes permitidos no Brasil estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1: Edulcorantes naturais e artificiais permitidos no Brasil

Naturais	Artificiais
Sorbitol	Acessulfame de potássio (acesulfame K)
Manitol	Aspartame
Isomalta ou isomalte	Ácido ciclâmico (ciclamato)
Esteviosídeo	Sacarina
Manitol	Sucralose
Lactitol	Neotame
Xilitol	Taumatina
Eritritol	

Fonte: SHIBAO *et al.*, 2009

Entre os anos de 2005 e 2009, 77% dos produtos embalados comprados por consumidores americanos continham adoçantes, no mesmo estudo verificou-se ainda que adoçantes mais utilizados em bebidas eram sucralose, acessulfame - k e aspartame (NG; SLINING; POPIKIN, 2012).

Os edulcorantes, aliados a uma dieta equilibrada, promovem, facilitam e ajudam a manter a perda de peso, não afetam a resposta glicêmica, e sua utilização é recomendada para pacientes diabéticos (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2004). Os edulcorantes artificiais representam uma opção para os consumidores reduzirem a ingestão de açúcares e, conseqüentemente, de calorias (GROTZ & MUNRO, 2009; SHANKAR *et al.*, 2013).

Atualmente, produtos de panificação, como os bolos, estão sendo produzidos com edulcorantes. Alguns edulcorantes, quando utilizados em massas de bolo (Oligofrutose, lactiol e manitol), apresentam semelhanças com a sacarose em termos de aceitação sensorial, reologia da massa, cor, textura e volume (PSIMOULI; OREOPOULOU, 2012). Massas a base de farinha de trigo produzidas com frutose e sucralose apresentam elasticidade, maior firmeza, propriedades reológicas muito similares à sacarose (MARIOTTI; ALMPRESE, 2012). Edulcorantes artificiais como acessulfame-K e sucralose, podem ser utilizados combinados entre si, para suportar altas temperaturas e podem ser utilizados na panificação (FITCH; KEIM, 2012).

5.1. Sucralose

Na década de 70 foram desenvolvidos vários programas destinados à obtenção de novas substâncias edulcorantes para serem utilizadas em substituição à sacarose. Após extensiva pesquisa, a sucralose foi selecionada para comercialização devido as suas características químicas e sensoriais (NABORS; GELARDI, 1991; MILLER, 1991).

A sucralose é obtida por um processo que envolve a cloração da molécula de sacarose, o que resulta em doçura e maior estabilidade (NEWSOME, 1993). É um dos edulcorantes com maior poder adoçante, sendo cerca de 600 vezes mais doce que a sacarose (JENNER, 1989) e, sua principal característica é não apresenta gosto residual amargo (WIET; BEYTS, 1992; KUHN *et al.*, 2004). A utilização de sucralose em alimento lácteo e salgadinho doce não altera as características tecnológicas e sensoriais dos produtos, sendo bem aceita pelos consumidores (ANTUNES *et al.*, 2009; PATIL *et al.*, 2012).

A substituição de sacarose por uma combinação de sucralose/polidextrose em até 25% não altera as características físico-químicas e sensoriais de bolos do tipo “muffins” (MARTÍNEZ-CERVERA *et al.*, 2012). A sucralose oferece aplicação potencial no desenvolvimento de produtos de panificação com calorias reduzidas (ESTELLER; AMARAL; LANNES, 2004). No Brasil a sucralose tem seu uso permitido podendo ter uma Ingestão Diária Aceitável (IDA) de 15mg/kg de peso corpóreo (PORFÍRIO; OLIVEIRA, 2006).

5.2. Estévia

A estévia é um edulcorante natural derivado da *Stevia rebaudiana*, que é uma erva da família das Compositae. A *Stevia rebaudiana* possui uma concentração de 10% de esteviosídeo em suas folhas secas (SHIBAO *et al.*, 2009).

No Brasil, a estévia tem seu uso regulamentado pela Portaria nº 14 de 1988, que permite a utilização em alimentos e bebidas (BRASIL, 1988).

A estévia é utilizada em baixas concentrações em produtos alimentícios e apresenta uma doçura 300 vezes superior à da sacarose. O rebaudiosídeo A é ligeiramente mais doce do que o esteviosídeo e apresenta gosto amargo em concentrações elevadas (DALZELL, GEUNS, 2007). Assim, a estévia com rebaudiosídeo é considerada um edulcorante com grande potencial na fabricação de produtos dietéticos (BOILEAU; FRY; MURRAY, 2012). Porém apresenta a desvantagem de ter um gosto residual doce, considerada uma característica indesejável para edulcorantes (GAWAK *et al.*, 2012).

A estévia é segura como edulcorante e seu consumo é adequado para pessoas diabéticas, fenilcetonúricos e obesos que pretendam perder peso (GEUNS, 2003). De acordo com Anton *et al.* (2010) a Stevia auxilia na regulação da glicose.

Atualmente a estévia tem sido largamente utilizada pela indústria de alimentos, especialmente na formulação de bolos (ABDEL-SALAM; AMMAR; GALAL, 2009), pães, biscoitos refrigerantes, sucos de frutas, sobremesas, molhos, adoçantes de mesa, pickles, iogurtes e molho de soja. A estévia é termoestável a temperaturas de até 200°C, dessa maneira, demonstra vantagens em relação à outros edulcorantes tornando-se o substituto mais adequado para a sacarose (LEMUS-MONDACA *et al.*, 2012). A utilização de 0,25% de estévia na elaboração de pão isento de glúten promove boa aceitação pelos consumidores (MORAIS; CRUZ; BOLINI, 2013). No Brasil a estévia tem seu uso permitido podendo ter uma Ingestão Diária Aceitável (IDA) de 5mg/kg de peso corpóreo (PORFÍRIO; OLIVEIRA, 2006).

5.3. Acessulfame-k

O acessulfame-K é caracterizado como um pó branco e cristalino e possui poder adoçante de cerca de duzentas vezes maior que a sacarose (BRITO, CÂMERA, BOLINI, 2007). Suporta altas temperaturas (até 225°C), sendo muitas vezes utilizado combinado com outros como: ciclamato, sucralose, alitame, taumatina e frutose (SHIBAO *et al.*, 2009). O acessulfame-K não apresenta gosto

doce residual quando utilizado combinado com aspartame, e com ciclamato ocorre um aumento da doçura. Devido a sua estabilidade esse edulcorante pode ser utilizado no preparo de alimentos pasteurizados, assados (LAWRENCE, 2003), mantendo as características sensoriais e tecnológicas em sobremesa láctea (JAIN *et al.*, 2013).

O acessufame-K tem seu uso permitido pela Legislação Brasileira com função de edulcorante artificial, podendo ter uma Ingestão Diária Aceitável (IDA) de 15mg/kg de peso corpóreo (BRASIL, 1999).

6. ANÁLISE SENSORIAL

As indústrias de alimentos necessitam inovar continuamente seus produtos com o objetivo de atrair e satisfazer os consumidores, além de manter a liderança de mercado. Os principais fatores que impulsionam a preferência por alimentos são aparência, sabor, aroma, textura do produto e fatores culturais, disponibilidade, custo e benefícios que o alimento pode fornecer (ROZIN, 2001; RAZ *et al.*, 2008; FAVALLI; SKOV; BYRNE, 2013).

A análise sensorial é uma ciência utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais, como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993).

Durante os anos de 1940 e 1950 a análise sensorial recebeu um impulso por meio do exército dos Estados Unidos, que apoiou a pesquisa de aceitação de alimentos entre os componentes das forças armadas. Na época tornou-se evidente que além de uma alimentação equilibrada e adequada do ponto de vista nutricional necessitava ser bem aceita pela população. A análise sensorial foi reconhecida como uma ferramenta importante e tomou espaço na área de qualidade, sendo utilizada até hoje pela indústria (STONE; BLEIBAUM; THOMAS, 2012).

O objetivo dos métodos sensoriais é medir a resposta humana às características do produto e de como ele é percebido pelo consumidor. No

entanto, a avaliação sensorial engloba um conjunto de técnicas para alcançar resultados diferentes de acordo com a informação que se deseja obter. Testes afetivos, com consumidores dos produtos devem ser conduzidos quando o objetivo é descobrir o grau de aceitação ou a preferência de um produto em relação a outro. Testes discriminativos devem ser realizados quando se deseja saber se existe diferença significativa entre duas ou mais amostras. Quando o pesquisador deseja descobrir se existem diferenças significativas entre duas ou mais amostras, quais são elas e qual a sua ordem de grandeza, testes descritivos devem ser conduzidos com uma equipe treinada de julgadores (STONE & SIDEL, 1993; DELAHUNTY, 2002).

Os testes afetivos são ferramentas importantes, pois permitem a determinação da opinião direta (preferência e/ou aceitação) do potencial consumidor de um produto sobre suas características específicas (DE MARCHI, 2006). De acordo com Laureati *et al.* (2012), pacientes celíacos e indivíduos não celíacos não apresentam diferenças na percepção de análise sensorial de pães isentos de glúten. E, os principais parâmetros sensoriais que devem ser considerados neste estudo de desenvolvimento e otimização de pães isentos de glúten a base de amido de milho e farinha de arroz foram: pães macios, porosidade uniforme do miolo, sabor adocicado, aroma e sabor suave de milho.

Nos últimos 50 anos, vários métodos de análise sensorial descritiva foram desenvolvidos, sendo que alguns ganharam popularidade e foram mantidos como métodos padrões (INTERNATIONAL STANDARDS WORLDWIDE, 1996). Dentre eles destacam-se: Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade (MEILGAARD *et al.*, 1999).

O gosto, aroma, textura e sensações térmicas e picantes, presentes em alimentos e bebidas variam à medida que o produto é avaliado. Assim, desenvolveu-se a análise de tempo-intensidade, a qual proporciona informações sensoriais temporais sobre o estímulo percebido durante todo o tempo de contato com a mucosa oral, mudando de momento para momento durante os processos de mastigação, respiração, salivação, movimento da língua e ingestão (LEE & PANGBORN, 1986; LAWLESS & HEYMANN, 1998; ARAZI, 2001). Em certos casos, o período de persistência de uma determinada sensação pode ser

importante (AMERINE *et al.*, 1965). Essa metodologia é muito utilizada quando se deseja estudar doçura ou amargor de um produto. E tem se tornado uma metodologia cada vez mais importante dentro da pesquisa sensorial; e, com o desenvolvimento de sistemas informatizados, ocorreu melhora na interpretação dos resultados (CLIFF; HEYMANN, 1993). Pesquisadores têm desenvolvido procedimentos de análise tempo-intensidade automatizada e computadorizada, empregando diferentes instrumentos e representações visuais de escalas (DUIZER *et al.*, 1995).

As técnicas de estatística multivariada permitem interpretações mais aprofundadas dos resultados obtidos, como a identificação dos principais direcionadores de preferência do produto em estudo (MURRAY; BAXTER, 2003; SYMONEAUX; GALMARINI; MEHINAGIC, 2012). O mapa interno de preferência fornece uma representação multidimensional em relação a preferência do produto, pois os consumidores são posicionados mediante a aceitabilidade das amostras (MURRAY; BAXTER, 2003). Enquanto o mapa de preferência externo posiciona no plano multidimensional os atributos sensoriais do produto analisado na análise descritiva quantitativa e os consumidores em relação à aceitação do produto (MURRAY; BAXTER, 2003; NUNES *et al.*, 2012). De acordo com Delgado; Guinard (2012), o mapa interno de preferência permite a identificação de produtos considerados pelos consumidores de alta qualidade, ao passo que, o mapa externo de preferência, identifica os direcionadores de qualidade positivos e negativos, proporcionando maior aprofundamento em relação ao estudo de qualidade do produto. Os mapas de preferência são ferramentas úteis para serem utilizadas no desenvolvimento e otimização de produtos, embora ofereça vantagens e desvantagens. O mapa de preferência externo é um procedimento simples que relaciona os atributos sensoriais e os consumidores, fornece orientação para desenvolvimentos de novos produtos e gera informações sobre segmentação de mercado. Enquanto que o mapa de preferência interno apresenta a vantagem de sugerir dimensões reais da preferência do consumidor. Porém, a porcentagem de explicação pelas dimensões do plano é frequentemente pequena para os dois tipos de mapeamento (MCEWAN, 1996).

A utilização de regressão por mínimos quadrados parciais (*Partial Least Square Regression* –PLS), desde sua introdução na quimiometria entre os anos de 1975 – 1980, tem sido utilizada com sucesso na área de análise sensorial, através dela é possível correlacionar os dados sensoriais como afetivos e descritivos bem como outras variáveis entre si (PARENTE, 2011). PLS é um método de tratamento estatístico, que pode ser utilizado para dados do perfil sensorial, o qual fornece melhor interpretação dos resultados analíticos (ROSSINI *et al.*, 2012).

A percepção humana de um alimento é considerada complexa. No entanto, as correlações que podem ser obtidas através de diferentes técnicas quimiométricas permitem compreender, com maior clareza, os resultados. Assim, a quimiometria pode ser considerada um pilar da análise sensorial moderna (HIBBERT, 2009).

7. CONCLUSÃO

Atualmente, mais pessoas são diagnosticadas com doença celíaca, o que pode ser apresentado de diversas formas clínicas e em vários estágios da vida. Em alguns casos, a doença celíaca está associada a outras doenças autoimunes, em especial à diabetes mellitus tipo 1. Os principais sintomas da doença são diarreia, vômito, e anemia. No entanto, seu diagnóstico, muitas vezes, é complicado, pois alguns pacientes não apresentam sintomas. O tratamento para a doença é a exclusão de glúten da dieta. Estudos têm testado novos ingredientes capazes de substituir as características sensoriais e tecnológicas do glúten, como os pseudocereais que apresentam, além de características sensoriais que agradam os consumidores, propriedades nutricionais. Assim, a análise sensorial de alimentos é uma ferramenta importante para ser utilizada no desenvolvimento de panificação isenta de glúten, por identificar o perfil sensorial, direcionadores de preferência e aceitação de alimentos.

REFERÊNCIAS

ABDEL-SALAM, A. M.; AMMAR, A. S.; GALAL, W. K. Evaluation and properties of formulated low formulated low calories functional yoghurt cake. **Journal of Food Agriculture & Environment**, v. 7, n. 2, p. 218-221, 2009.

ABUGOCH, L. et al. Stability of quinoa flour proteins (*Chenopodium quinoa Willd.*) during storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 2013-2020, 2009.

ALMEIDA, C. A. N.; FERNANDES, G. C. Cereais integrais na alimentação infantil. **International Journal of Nutrology**, v. 4, n. 3, p. 46-52, 2011.

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.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association : Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. **Journal of the American Dietetic Association**, p. 255-275, 2004.

AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. **Principles of Sensory Evaluation of Food**. New York: Academic Press, 1965.

ANDERSSON, H. et al. Extensional flow, viscoelasticity and baking performance of gluten-free zein-starch doughs supplemented with hydrocolloids. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1587-1595, 2011.

ANTON, S. D. et al. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. **Appetite**, v. 55, p. 37-43, 2010.

ANTUNES, A. E.C et al. Probiotic buttermilk-like fermented milk product development in a semiindustrial scale: Physicochemical, microbiological and sensory acceptability. **International journal of Dairy Technology**, v. 62, n. 4, p. 556-563, 2009.

ARAÚJO, H. M. C. et al. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.

ARAZI, S.; KILCAST, D. Sensory perception: the sweet science. **Food Processing**, p.21-22, April, 2001.

ARENDT, E. K. et al. Gluten-free Breads In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p.289-319, 2008.

ARENDT, E. K.; RENZATTI, S. Novel Approaches in the Design of Gluten –Free Cereal Products. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **The Science of Gluten-Free Cereal Foods and Beverages**. USA: AACC International, p.89-97, 2009b.

ARENDT, E. K.; REZETTI, S. BELLO, F. Dough Microstructure and Textural Aspects of Gluten-free Yeast Bread and Biscuits. In: GALLAGHER, E. **Gluten-Free Food Science and Technology**. USA: WILEY- BLACKWELL, p.108-129, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas – Terminologias- NBR12806**. São Paulo: ABNT, 1993.

BAKKER, S. F. et al. Frequent delay of coeliac disease diagnosis in symptomatic patients with type 1 diabetes mellitus: Clinical and genetic characteristics. **European Journal of Internal Medicine**, v. 24, p. 456-460, 2013b.

BAKKER, S. F. et al. Type 1 diabetes and celiac disease in adults: glycemic control and diabetic complications. **Acta Diabetologica**, v. 50, p. 319-324, 2013a.

BAPTISTA, M. L. Prevalence of Celiac Disease in Brazilian Children and Adolescents with Type 1 Diabetes Mellitus. **Journal of pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 41, n. 5, p. 621-624, 2005.

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, p. 211-217, 2013.

BARDELLA, M. T. et al. Increased Prevalence of Celiac Disease in Patients With Dyspepsia. **Archives of internal medicine**, v. 160, 2000.

BARTON, S. H.; KELLY, D. G.; MURRAY, J. A. Nutritional deficiencies in Celiac Disease. **Gastroenterology Clinics of North America**, v. 36, p. 93-108, 2007.

BAVEC, F. BAVEC, M. Pseudocereals (without millets). **Organic Production and Use of Alternative Crops**. p. 65 - 107, 2006. Disponível em:< <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781420017427.ch3?prevSearch=%255BFulltext%253A%2BPseudocereals%255D&searchHistoryKey.>> Acesso em: 30 abr. 2012.

BERGHOFER, E.; SCHOENLECHNER, R. Overview of gluten-free (Cereals and other) raw materials and their properties. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p.65-66, 2008.

BOGUE, J; SORENSON, D. The Marketing of gluten-free cereal products. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p.391-407, 2008.

BOILEAU, A.; FRY, J.C.; MURRAY, R. A new calorie-free sugar substitute from the leaf of the stevia plant arrives in the UK. **Nutriton Bulletin**, v. 37, p. 47-50, 2012.
BORGES, J. T. et al. Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da quinoa. **Temas Agrários**, v. 15, n. 1 p .9-23, 2010.

BORNEO, R.; AGUIRRE, A. Chemical composition, cooking quality, and consumer acceptance of pasta made with dried amaranth leaves flour. **LWT – Food Science and Technology**, v. 41, p. 1748-1751, 2008.

BORNEO, R.; LEÓN, A. E. Whole grain cereals: functional components and health benefits. **Food Function**, v. 3 p. 110-119, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga 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, 2003.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária/ Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 23 jan. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ Ministério da Saúde. Resolução nº 251, de 30 de junho de 1999. Altera o limite máximo de uso do edulcorante Acessulfame K. **Diário Oficial da União**, Brasília, junho, 1999.

BRASIL. Conselho Nacional da Saúde/ Ministério da Saúde. Portaria n.14 de 26 de janeiro de 1988. Aprova o uso de esteviosídeo com a função de edulcorante em alimentos e bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1988.

BRASIL. **Estatuto da Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil – Fenacelbra.** 2006. Disponível em: <<http://www.fenacelbra.com.br/fenacelbra/estatuto>>. Acesso em: 16 de jun.2013.

BRASIL. Lei Estadual nº 13.018/08, de 21 de agosto de 2008. Institui o “Dia Estadual do Celíaco”. **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**, São Paulo, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria SAS/MS, nº307, de 17 de setembro de 2009. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas: Doença Celíaca.** 2010. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/pcdt_doenca_celiaca_livro_2010.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2013.

BRASIL. Portaria nº540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o “Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – definições, classificações e emprego”. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1997.

BRIANI, C.; SAMAROO, D.; ALAEDINI, A. Celiac Disease: From gluten to autoimmunity. **Autoimmunity Reviews**, v. 7, p. 644-650, 2008.

BRITO, C. A. K.; CÂMARA, V. H. A.; BOLINI, H. M. A. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de néctares de goiaba adoçados com diferentes edulcorantes. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 01, n. 02, p. 26-36, 2007.

CALCCIARI, E. et al. Can antigliadin antibody detect symptomes coeliac disease in children with short stature? **The Lancet**, v. 29, 1985.

CAMARCA, M. E. et al. Celiac disease in type 1 diabets mellitus. **Italian Journal of Pediatrics**., .v. 38, n. 10, p. 1-7, 2012.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Barras de amaranto enriquecidas com frutanos: aceitabilidade e valor nutricional. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 60, n. 3, p. 291-297, 2010.

CASELATO-SOUSA, V. M.; AMAYA-FARFÁN, J. State of Knowledge on Amaranth Grain: A Comprehensive Review. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 4, p. 93-104, 2012.

CATALADO, F.; MONTALTO, G. Celiac disease in the developing countries: A new and challenging public health problem. **World Journal of Gastroenterology**, v. 13, v. 15, p. 2153-2159, 2007.

CATALADO, S. A. F. The global village of celiac disease. **Digestive and liver disease**, v. 36, p. 492-498, 2004.

CATASSI, C.; et al. A prospective , double-blind, placebo-controlled trial to establish a safe gluten threshold for patients with celiac disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, p. 160-6, 2007.

CHARIDIMOU, A. K.; LOIZOU, S.; TRIANTAFYLLOU,K. The celiac iceberg. **Archives of Hellenic Medicine**, v. 27, n.6, p. 891-896, 2010.

CHLOPICKA J. et al. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. **Food Science and Technology**, v. 46, p. 548-555, 2012.

CLEMENTE, M. G. et al. Early effects of gliadin on enterocyte intracellular signaling involved in intestinal barrier function. **Gut**, v. 52, p. 218-223, 2003.

CLIFF, M.; HEYMANN, H. Development and use of time-intensity methodology for sensory evaluation: A review. **Food Research International**, v. 26, p.375-385, 1993.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex Stain 118-1979**: Codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. 2008, 3p. Disponível em: < <http://www.codexalimentarius.org/>>. Acesso em: 16 de jan. 2014.

CONNON, J.J. **Doença Celíaca**. In: SHILLS, M. E. et al. *Nutrição Moderna: Na saúde e na doença*. Barueri, SP: Manole, 2009, 10 ed., p. 1306 - 1308.

CURETON, P.; FASANO, A. The Increasing Incidence of Celiac Disease and the Range of Gluten-Free Products in the Marketplace. In: GALLAGHER, E. **Gluten-Free Food Science and Technology**. USA: WILEY- BLACKWELL, p.108-129, 2009.

DALY B.P. et al. **Sense of Taste: Effect on Behavior**. *Encyclopedia of Human Behavior* 2 ed., p. 373-378, 2012.

DALZELL, J.; GENUS, J. M. C. Stevioside. In: WILSON, R. **Sweeteners**. Blackwell, 3 ed., p. 103, 2007.

DE MARCHI, R. **Bebida de maracujá natural “light” pronta para beber: Formulação, produção e estudo de vida-de-prateleira**. Campinas, 2006. 192 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

DELAHUNTY, C. M. **Sensory Evaluation**. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2 ed. p. 106-110, 2002.

DELGADO, C.; GUINARD, J. X. Internal and external quality mapping as a new approach to the evaluation of sensory quality – a case study with olive oil. **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 332-343, 2012.

DELGADO, M.C.O.; TIRONI, V. A.; AÑÓN, M. C. Antioxidant activity of amaranth protein or their hydrolysates under simulated gastrointestinal digestion. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 1752-1760, 2011.

DEWETTINCK, K. et al. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 243-257, 2008.

DICKE, K.; WEIJERS, H. A.; KAMER, J.H. Coeliac Disease: The presence in Wheat of a Factor Having a Deleterious Effect in Cases of Coeliac Disease. **Acta Paediatrica**, v. 42, p. 34-42, 1953.

DUIZER, L.M.; BLOOM, K.; FINDLAY, C.J. The effect of line orientation on the recording of time-intensity perception of sweetener solutions. **Food Quality and Preference**, v. 6, p.121-126, 1995.

ESTELLER, M. S.; AMARAL, R. L.; LANNES, S.C.S Effect of sugar and fat replacers on the texture of baked goods. **Journal of Texture Studies**, v. 35, p. 383-393, 2004.

FASANO, A. et al. Prevalence of Celiac Disease in At- Risk and Not-At- Risk Groups in the United States. A Large Multicenter Study. **Archives of Internal Medicine**, v. 163, p. 286-292, 2003.

FASANO, A. Intestinal permeability and its regulation by zonulin: Diagnostic and therapeutic implications. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 10, p. 1096-1100, 2012c.

FASANO, A. Intestinal zonulin: open the sesame ! **Gut**, v. 49, p. 159-162, 2001a.

FASANO, A. Leaky Gut and Autoimmune Disease. **Clinical Reviews Allergy & Immunology**, v. 42, p. 71-78, 2012a.

FASANO, A. Novel therapeutic/integrative approaches for celiac disease and dematitits herpetiformis. **Clinical Developmental Immunology**, v. 2012, p. 1-7, 2012c.

FASANO, A. Zonulin, regulation of tight junctions, and autoimmune disease. **Annals of the New York Academy of Science**, v. 1258, p. 25-36, 2012b.

FASANO, A.; CATASSI, C. Current Approches to Diagnosis and Treatment of Celiac Disease : An Envolving Sprectrum. **Gastroenterology**, v. 120, p. 636-651, 2001b.

FAVALLI, S.; SKOV, T.; BYRNE, D. V. Sensory perception and understanding of food uniqueness: From the traditional to the novel. **Food Research International**, v. 50, p. 176-188, 2013.

FITCH, C.; KEIM, K. S. Position of the Academy of Nutrition and Diabetics : Use Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 5, p. 739-758, 2012.

FORD, A. C. et al. Yield of Diagnostic Tests for Celiac Disease in Individuals With Symptoms Suggestive of Irritable Bowel Syndrome. **Archives of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, 2009.

FRANZESE, A. et al. Potential celiac disease in type 1 diabetes: A multicenter study. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 92, p. 53-56, 2011.

GALLAGHER, E. Coeliac Disease and Gluten Free Research: What does the future hold for the physician, the patient and the scientist? In: _____. **Gluten-Free Food Science and Technology**. USA: WILEY- BLACKWELL, p.108-129, 2009.

GALLAGHER, E.; GORMELEY, T. R.; ARENDT, E. K. Crust and crumb of gluten free bread. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 153-161, 2004b.

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

GANDOLFI, L. et al. Prevalence of Celiac Disease Among Blood Donors in Brazil. **The American Journal of Gastroenterology**, v. 95, n. 3, 2000.

GAWLIK-DZIKI, U. et al. Antioxidant and anticancer activities of Chenopodium quinoa levels extract- In vitro study. **Food Chemical Toxicology**, v. 57, p. 154-160, 2013.

GELLYNCK, X. et al. Consumer perception of bread quality. **Appetite**, v. 53, p. 16-23, 2009.

GEUNS, J. M. C.. Stevioside. **Phytochemistry**, 64, p. 913-921, 2003.

GREEN, P. H. R.; JABRI, B. Coeliac Disease. **The Lancet**, v. 362, v. 2, p. 383 – 391, 2003.

GREEN, P. H. R.; CELLIER, C. Celiac Disease. **The New England Journal of Medicine**, v. 357, n. 17, p. 1731-1743, 2007.

GROLL, A. et al. Short stature as the primary manifestation of coeliac disease. **The Lancet**, v. 14, p. 380, 1981.

GROSCWITZ, K. R.; HOGAN S. Intestinal barrier function: Molecular regulation and disease pathogenesis. **Clinical reviews in allergy and immunology**, v. 124, n. 1, p. 3-19, 2009.

GROTZ, V. L.; MUNRO, I. C. Na overview of the safety of sucralose. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 55, p. 1-5, 2009.

GUANDALINI, S.; GUPTA, P. Celiac disease: A diagnostic challenge with many facets. **Clinical and Applied Immunology Reviews**, v. 2, p. 293-305, 2002.

GUERRA-MATIAS, A. C.; ARÊAS, J. A.G. Glycemic and insulinemic responses in women consuming extruded amaranth (*Amaranthus cruentus* L). **Nutrition Research**, v, 25, p. 815-822, 2005.

GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. **Food Research International**, v. 37, p. 75-81, 2004.

GWAK, M. et al. Relative Sweetness and Sensory Characteristics of Bulk and Intense Sweeteners. **Food Science Biotechnology**, v. 21, n. 3, p. 889-894, 2012.

HAMADA, S. et al. Improvements in the qualities of gluten-free bread after using a protease obtained from *Aspergillus oryzae*. **Journal of Cereal Science**, v. 57, p. 91-97, 2013.

HELLER, L. Comercial Aspects of Gluten-Free Products. In: GALLAGHER, E. **Gluten-Free Food Science and Technology**. USA: Wiley, p. 99-100, 2009.

HEYMAN, M. et al. Intestinal permeability in coeliac disease: insight into mechanisms and relevance to pathogenesis. **Gut**, v. 61, p. 1355-1364, 2012.

HIBBERT, D. B. Chemometric Analysis of Sensory Data. **Comprehensive Chemometrics**, p. 377-424, 2009.

HLINKOVÁ, A. et al. Evaluation of fatty acid composition among selected amaranth grains in two consecutive years. **Biologia**, v. 68, n. 4, p. 641-650, 2013.

HOUBEN, A. et al. Modification of the rheological behavior of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) dough. **Journal of Cereal Science**, v. 51, p. 350-356, 2010.

HOWDLE, P.D. **Nutritional Management of Digestive Disorders**. P. 91-111, 2010. Disponível em: <<http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781420086553-7?prevSearch=%255BFulltext%253A%2BCeliac%2BDisease%255D&searchHistoryKey=>>>. Acesso em: 25/03/2012.

INSTITUTO TECNOLÓGICO. **Performance do Setor de Panificação e Confeitaria Brasileiro em 2011**. 2012. Disponível em: <<http://gestaoportal.sebrae.com.br/setor/panificacao/o-setor/mercado/brasil/performance%20panificacao%20confeitaria%202011%209fev12.pdf>>. Acesso em: 14 de abril de 2012.

INTERNATIONAL STANDARDS WORLDWIDE. Sensory Testing Methods. 2ed., **ASTM Manual**, v. 6, p. 38-53, 1996.

ISHIMOTO, E. Y ,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, p. 239-247, 2012.

JAIN, P.*et al*. Textural and sensory properties of Lal peda manufactured with artificial sweeteners and bulking agents. **International Journal of Dairy Technology**, v. 66, n. 1, 2013.

JENNER, M.R. Unveiling its properties and applications. In: Gremby, T.H. **Progress in sweeteners**. New York: Elsevier Applied Science, 1989. p. 121-142.

KABBANI, T. A. et al. Patients with celiac disease have a lower prevalence of non-insulin dependent diabetes mellitus and metabolic syndrome. **Gastroenterology**, v. 144, n. 5, p.912-917, 2013.

KUHN, C.; et al. Bitter taste receptors for saccharin and acesulfame-K. **The Journal of Neuroscience**, v. 24, p. 10260–5, 2004.

KUPPER, C. Dietary Guidelines and Implementation for Celiac Disease. **Gastroenterology**, v. 128, n. 4, p. s121-s127, 2005.

LAUREREATI, M.; GIUSSANI, B.; PAGLIARINI, E. Sensory and hedonic perception of gluten-free bread: Comparison between celiac and non-celiac subjects. **Food Research International**, v. 46, p. 326-33, 2012.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food. Principles and Practices**. New York: Chapman & Hall, 378 p., 1998.

LAWRENCE, J.F. Acesulfame/Acesulphame. **Encyclopedia of food Sciences and Nutrition**, 2. ed., p.1-3, 2003.

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

LEE, W.E.; PANGBORN, R.M. Time-intensity: The Temporal Aspects of Sensory Perception. **Food Technology**, v. 40, n. 11, p. 71 – 82, 1986.

LEEDS, J. S. et al. High Prevalence of Microvascular Complications in Adults With Type 1 Diabetes and Newly Diagnosed Celiac Disease. **Diabetes Care**, v. 34, p. 2158- 2163, 2011.

LEMUS-MONDACA, R. et al. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1121-1132, 2012.

LERAY, G. et al. Effects of freezing and frozen storage conditions on the rheological properties of different formulations of non-yeasted wheat and gluten-free bread dough. **Journal of Food Engineering**, v. 100, p. 70-76, 2010.

LIONETTI, E.; CATASSI, C. New Clues in Celiac Disease Epidemiology, Pathogenesis, Clinical Manifestations, and Treatment. **International Reviews of Immunology**, v. 30, p. 219-231, 2011.

LORENZ, K.; COLLINS, F. Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Starch – Physico-chemical properties and functional characteristics . **Starch**, v. 42, n. 3, p.81-86, 1990.

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

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

MALEKZADEH, R.; SACHDEV, A.; ALI, A. F. Coeliac disease in developing countries: Middle East, India, and North Africa. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v. 19, n. 3, p. 351-358, 2005.

MAÑARRO, B. et al. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. **Journal of Cereal Science**, v. 56, p.476-481, 2012.

MARCHESE, A. et al. Coeliac disease and type 1 diabetes mellitus: epidemiology, clinical implications and effects of gluten-free diet. **Endocrine**, v. 43, p.1-2, 2013.

MARIOTTI, M.; ALMPRESE, C. About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. **LWT – Food Science and Technology**, v. 48, p. 9-15, 2012.

MARTI, M.; PAGANI, M.A. What can play the role of gluten in gluten free pasta? **Trends in Food Science & Technology**, v. 31, p. 63-71, 2013.

MARTÍNEZ-CARVERA, S. et al. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. **LWT-Food Science and Technology**, v. 45, p. 213-220, 2012.

MATOORI, S.; FUHRMANN, G.; LEROUX, J. C. Celiac Disease: A challenging Disease for Pharmaceutical Scientists. **Pharmaceutical Research**, 30, p. 619-626, 2013.

MCEWAN, J. A. Preference Mapping for product optimization. **Data Handling in Science and Technology**, v. 16, p. 71-102, 1996.

MEDINA, N. Y. et al. Impacto del diagnóstico de La enfermedad celíaca en el control metabólico de la diabetes tipo 1. **Anales de pediatría (Barcelona)**, v. 68, n. 1 p. 13-7, 2008.

MEILGAARD, M.; CEVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3 edição. USA: Library of Congress Card, 1999, p. 168-169.

MENEGASSI, B.; PILOSOFF, A. M.R; ARÊAS, J. A.G. Comparison of properties of native and extruded amaranth (*Amaranthus cruentus* L. – BRS Alegria) flour. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 1915-1921, 2011.

MILLER, G.A. Sucralose. In: NABORS, L. B.; GELARDI, R. C. **Alternatives sweeteners**. Second edition, revised and expanded. New York: Marcel Dekker, 2ed., 1991, p.173-215.

MOLLAZADEGAN, K. et al. Long- term coeliac disease influences risk of death in patients with type 1 diabets. **Journal of Internal Medicine**, 2013.

MONCADA, G. W. et al. Multivariate calibration by near infrared spectroscopy for the determination of vitamin E and antioxidante properties of quinoa. **Talanta**, v. 116, p. 65-70, 2013.

MONDAL, A.; DATTA, A. K. Bread Baking – A Review. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 465-474, 2008.

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

MULDER, C. J.J.; CELLIER. C. Coeliac disease: changing views. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, v. 19, n. 3, p. 313-321, 2005.

MURRAY, J. A. et al. Mucosal Atrophy in Celiac Disease: Extent of Involvement, Correlation With Clinical Presentation, and Response to Treatment. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 6, n. 2, p. 186-193, 2008.

MURRAY, J. M.; BAXTER, I. A. **Sensory Evaluation: Food Acceptability and Sensory Evaluation**. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 2 ed. p. 5130-5136, 2003.

NABORS, L.B.; GELARDI, R.C. **Alternative Sweeteners**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1991. 461p.

NARULA, P. et al. Gastrointestinal Symptoms in Children With Diabetes Screened for Celiac Disease. **Pediatrics**, v. 124, n. 3, 2009.

NASCIMENTO, K. O. TAKEITI, C. Y.; BARBOSA, M. I. M. J. Doença Celíaca: Sintomas, Diagnóstico, e Tratamento Nutricional. **Saúde em Revista**, v. 12, n. 30, p.53-63, 2012.

NEWSOME, R. **Sugar substitutes**. In: ALTSCHUL, A.M. Low calorie Foods Handbook. New York: Marcel Dekker Inc.,1993. p.139-170.

NG, S.W.; SLINING, M. M.; POPKIN, B. M. Use of Caloric and Noncaloric Sweeteners in US Consumer Packaged Foods, 2005-2009. **Journal of Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 11, p. 1828-1834.e6, 2012.

NIEWINSKI, M. M. Advances in Celiac Disease and Gluten Free-Diet. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 108, p. 661-672, 2008.

NUNES, C. A. et al. Relating consumer acceptance to descriptive attributes by three-way external preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of sensory studies**, v. 27 p. 209-216, 2012.

OATS, C. **Bread Microstructure**. 2000. Disponível em< <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/9781420036671.ch8>>. Acesso em: 14 abril, 2012.

PALOMBINI, S. V. et al. Evaluation of nutritional compounds in new amaranth and quinoa cultivars. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 339-344, 2013.

PARENTE, E. **Analytical Methods – Multivariate Statistical Tools for Chemometrics**. Encyclopedia of Dairy Sciences, 2ed. p. 93-108, 2011.

PATIL, S. et al. Development of low calorie snack food based on intense sweeteners. **Journal of Food Science Technology**. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13197-012-0911-9#>>. Acesso em: 10 de jun. de 2013.

PEIRETTI, P. G.; GAI, F.; TASSONE, S. Fatty acid profile and nutritive value of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) seeds and plants at different growth stages. **Animal Feed Science and Technology**, v. 183, p.56-61, 2013.

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

PICARELLI, A. et al. Type 1 diabetes mellitus and celiac disease: endothelial dysfunction. **Acta Diabetologica**, v. 48, p. 1-7, 2011.

PIETZAK, M. Nutritional Considerations in the Management of Celiac Disease. **Nutrition in the prevention and treatment of disease**. 3 ed. p. 773-786, 2013.

PIMENTEL, T. C.; SIMÕES, G. S. Percepção de consumidores em relação às fibras alimentares e seus produtos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 3 n. 1, 2012.

PORFÍRIO, D. M.; OLIVEIRA, E. **A química dos adoçantes**. 2006. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/?p=texto.php&c=quimica_viva__a_quimica_dos_adocantes>. Acesso em: 29 jan. 2014.

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

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DA ALIMENTAÇÃO, CONFEITARIA E PANIFICAÇÃO, 2013. **Perfil da Panificação**. 2013. Disponível em: <<http://www.propan.com.br/noticia.php?id=1173>>. Acesso em: 06 de junho de 2013.

PSIMOULI, V.; OREOPOULOU, V. The effect of alternative sweeteners on batter rheology and cake properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 99-105, 2012.

RAMPERTAB, S. D. et al. Trends in the presentation of Celiac Disease. **The American Journal of Medicine**, v. 119, p. 355.e9-355e.14, 2006.

RANILLA, L. G.; et al. Evaluation of Indigenous Grains from the Peruvian Andean Region for Antidiabetes and Antihypertension Potential Using *In Vitro* Methods. **Journal of Medicinal Food**, v. 12, n. 4, p. 704-713, 2009.

RASHTAK, S.; MURRAY, J. A. Review article: coeliac, new approaches to therapy. **Alimentary Pharmacology and Therapeutics**, v. 35, p. 768-781, 2012.

RAZ, C. et al. From sensory marketing to sensory design: How to drive formulation using consumers' input? **Food quality and Preference**, v. 19, p. 719-726, 2008.

RE, V. D. et al. The versatile role of gliadin peptides in celiac disease. **Clinical Biochemistry**, v. 46, p. 550-560, 2013.

REHMAN, S.; AWAN, J. A. **Flavor of bread bakery products**. 2011. Disponível em: < <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b11187-16>>. Acesso em:15 de abril de 2012.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. A.-M. et al. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicale*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). **Food Chemistry**, v. 120, p. 128-133, 2010b.

REPO-CARRASCO-VALENCIA, R. A.-M.; SERNA, L.A. Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) as a source of dietary fiber and other functional components. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 225-230, 2011.

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

RODRIGUES, A. F.; JENKINS, H. R. Coeliac disease in children. **Current Paediatrics**, v. 16, p. 317-321, 2006.

ROSELL, C. M.; MARCO, C. Rice. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p.81-100, 2008.

ROSSINI, K. et al. *PLS* Discriminant analysis applied to conventional sensory profiling data. **Food Quality and Preference**, v. 23, p. 18-24, 2012.

ROZIN, P. **Food Preference**. International Encyclopedia of the social & behavioral sciences. p. 5719-5722, 2001.

RUBIO-TAPIA, A. et al. Increase Prevalence and Mortality in Undiagnosed Celiac Disease. **Gastroenterology**, v. 137, p. 88-93, 2009.

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

SAINSBURY, K.; MULLAN, B.; SHARPE, L. Gluten-free diet adherence in coeliac disease. The role of psychological symptoms in bridging the intention-behavior gap. **Appetite**, v. 61, p. 52-58, 2013.

SALMI, T.T. et al. Diagnostic methods beyond conventional histology in coeliac disease diagnosis. **Digestive and Liver Disease**, v. 42, p. 28-32, 2010.

SANZ-PENELLA, J. M. et al. Bread Supplemented with Amaranth (*Amaranthus cruentus*): Effect of phytates on *In Vitro* Iron Absorption. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, n. 1, p. 50-6, 2012.

SANZ-PENELLA, J. M. et al. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, p. 679 – 685, 2013.

SAPONE, A. et al. Divergence of gut permeability and mucosal immune gene expression in two gluten-associated conditions celiac disease and gluten sensitivity. **Bio Med Central Medicine**, v. 9 n. 23, p. 1-11, 2011.

SAPS, M. et al. Abdominal pain and functional gastrointestinal disorders in children with celiac disease. **The Journal of Pediatrics**, v. 162, p. 505-509, 2013.

SCANLON, M. G.; ZGHAL, M. C. Bread Properties and Crumb structure. **Food Research International**, v. 34, p. 841-864, 2001.

SCHUPPAN, D.; JUNKER, Y.; BARISANI, D. Celiac Disease; From Pathogenesis to Novel Therapies. **Gastroenterology**, v. 137, p. 1912-1933, 2009.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença Celíacas: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 36, n. 4, p. 244-256, 1999.

SHANKAR, P. et al. Non-nutritive sweeteners: Review and update. **Nutrition**, no prelo, 2013.

SHIBAO, J. et al. **Edulcorantes em alimentos**: aspectos químicos, tecnológicos e toxicológicos. São Paulo: Phorte, p. 15-16, 2009.

SHOENLECHNER R. et al. Pseudocereals as alternative sources for high folate content in staple foods. **Journal of Cereals Science**, v. 52, p. 475-479, 2010.

SHOENLECHNER R.; SIEBENHANDL S.; BERGHOFER E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p.149-190, 2008.

SIMPSON, S. M. et al. Celiac Disease in Patients With Type 1 Diabetes: Screening and Diagnostic Practices. **The Diabetes Educator**, no prelo, 2013.

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

SPEHAR, C. R.; ROCHA, J. E. S.; SANTOS, R. L. B. Desempenho agrônômico e recomendações para cultivo de quinoa (BRS Syetetuba) no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n.1, p. 145-147, 2011.

STEINKRAUS, K. H. **Origin and history of food fermentations**. 2004. Disponível em: <<http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9780203913550.ch1>>. Acesso em: 14, abril, 2012.

STONE, H.; SIDEL, J., **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 338p, 1993.

STONE, H; BLEIBAUM, R. N.; THOMAS, H. A. **Introduction to Sensory Evaluation**. Sensory evaluation practices. 4 ed. London: Elsevier, p. 1-21., 2012.

STONE, H; BLEIBAUM, R. N.; THOMAS, H. A. **Strategic Application**. Sensory evaluation practices. 4 ed. London: Elsevier, p. 327-393, 2012.

SUD, S. et al. Quality of life in children with diabetes and celiac disease: minimal impact of the “double diagnosis”. **Pediatric Diabetes**, v. 13, p. 163-169, 2012.

SYMONEAUX, R.; GALMARINI, M. V.; MEHINAGIC, E. Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. **Food quality and Preference**, 24, p. 59-66, 2012.

TANPOWPONG, P. et al. Multicenter study on season of birth and celiac disease: evidence for a new theoretical model of pathogenesis. **The Journal of Pediatrics**, v. 162, p. 501-504, 2013.

TEIXEIRA, D. L.; SPEHAR, C. R.; SOUZA, L. A. C. Caracterização Agronômica de Amarantho para Cultivo na Entressafra do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 45-51, 2003.

THAPA, B. R. Familial Prevalence of Celiac Disease. **Journal of Tropical Pediatrics**, v. 57, n. 01, p. 45-50, 2011.

THOMPSON, T. Questionable foods and the gluten-free diet: Survey of current recommendation. **Journal of American Dietetic Association**, v. 100, n. 4, p. 463-465, 2000.

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

VEGA-GÁLVEZ, A. et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2541-2547, 2010.

VENSKUTONIS, P.R.; KRAUJALIS, P. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, p. 381-412, 2013.

VITORIA, J. C. et al. Association of Insulin-Dependent Diabetes Mellitus and Celiac Disease: A study Based on Serologic Markers. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 27, n. 7, p. 47-52, 1998.

WAKIM-FLEMING, J. et al. Diagnosis of Celiac Disease in Adults Based on Serology Test Results, without Small-Bowel Biopsy. **Clinical Gastroenterology and Hepatology**, v. 11, p. 511-516, 2013.

WIET, S.G.; BEYTS, P.K. Sensory characteristics of sucralose and other high intensity sweeteners. **Journal of Food Science**. v. 57, p. 1014–1019, 1992.

WINDT, D. A. M. et al. Diagnostic Testing for Celiac Disease Among Patients With Abdominal Symptoms: A systematic Review. **The Journal of the American Medical Association**, v. 303, n. 17, p. 1738-1746, 2010.

WOOKEY, N. et al. Wheat Gluten as a Protein Ingredient. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 56, 1979.

ZANNINI, E. et al. Functional Replacements for Gluten. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 3, p. 227-245, 2012.

ZEVALLOS, V. F et al. Variable activation of immune response by quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) prolamins in celiac disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 96, p. 337-344, 2012.

ZIOBRO, R. et al. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. **Food Hydrocolloids**, v. 32, p.213-220, 2013.

**ARTIGO 2: PERFIL SENSORIAL E ACEITABILIDADE DE PÃES SEM GLÚTEN
COM QUÍNOA, AMARANTO E EDULCORANTES**

Natália Manzatti Machado Alencar, Helena Maria André Bolini.

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas,
Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, CEP: 13083-862, São Paulo, SP,
Brasil

RESUMO

O mercado de produtos de panificação sem glúten está em plena expansão devido ao aumento do número de pessoas diagnosticadas com doença celíaca nos últimos anos. Como alternativa, novos ingredientes têm sido testados a fim de encontrar um substituto adequado, com características sensoriais e tecnológicas similares ao do glúten. Diante desse contexto, o objetivo do estudo foi verificar o perfil e aceitação sensorial de pães de forma isentos de glúten a base de pseudocereais e edulcorantes. O perfil sensorial foi realizado por 12 assessores treinados utilizando análise descritiva quantitativa (ADQ). Além dessa análise, foi realizado teste de consumidor com 120 pessoas. Foram determinados 24 termos descritores para as amostras de pães. De acordo com o teste de Tukey os descritores elasticidade tátil, gosto doce, gosto salgado, aroma de fermento, mastigabilidade, umidade, adesividade e granulosidade não diferiram estatisticamente. Os resultados mostraram diferenças no perfil sensorial principalmente no aroma e sabor das amostras. Foi possível observar que os pães de forma produzidos com quinoa foram caracterizados por descritores de textura, gosto e residual amargo, cor amarela do miolo e cor marrom da casca. Enquanto que pães de forma com amaranto foram descritos pelos atributos de sabor. O pão controle apresentou maior intensidade de aroma e sabor de fermento e sabor de ovo. No teste de consumidor foi observado que o pão com amaranto e sucralose foi o mais aceito pelos consumidores. Diante dos benefícios à saúde dos pseudocereais e o perfil sensorial dos pães isentos de glúten e sacarose torna-se interessante a utilização de farinha de amaranto, quinoa e edulcorantes na indústria de panificação sem glúten.

Palavras-chave: dieta; glúten; quinoa; amaranto.

1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca é considerada uma desordem sistêmica imuno-mediada, desencadeada pelo glúten, proteína encontrada no trigo, aveia, centeio, cevada e malte, em pessoas geneticamente susceptíveis (SILVESTER; DUERKSEN, 2013). Atualmente, a doença tem se evidenciado quando se compara com anos anteriores. A maior prevalência da doença é encontrada na Europa Ocidental, enquanto poucos casos são descritos no Oriente e na África (KANG *et al.*, 2013). Manifesta-se principalmente em caucasianos e em pacientes com doenças autoimunes como Down, Turner e Síndrome de Willians (RADLOVIĆ, 2013). Os pacientes com diabetes *mellitus* tipo 1 também apresentam maior possibilidade de desenvolvimento de doenças autoimunes, entre elas, a doença celíaca e complicações de saúde relativas a essas doenças (BAKKER *et al.*, 2013; MARCHESE, *et al.*, 2013).

O consumo de glúten provoca um estado inflamatório no intestino delgado causando danos e modificações na arquitetura da mucosa desse órgão. Em graus mais avançados, as alterações podem provocar completo achatamento das vilosidades intestinais, prejudicando assim a absorção de nutrientes (RIVERA; ASSIRI; GUANDALINI, 2013). A doença é caracterizada por diarreia crônica, vômito, anorexia, dor abdominal e deficiência nutricional (GENEL *et al.*, 2013). O diagnóstico é realizado com base nos exames de biópsia de intestino e métodos sorológicos (WAKIN-FLEMING *et al.*, 2013). O tratamento da doença celíaca define-se com a exclusão de glúten da dieta, sendo a população acima de 40 anos e feminina a que apresenta maior facilidade para seguir essa restrição alimentar (DIGIACOMO *et al.*, 2013).

O pão é um item importante na alimentação humana, por ser uma fonte de carboidratos. Hoje em dia, muitas pesquisas têm sido realizadas com foco na produção de pães isentos de glúten, a fim de encontrar substitutos similares ao glúten, uma vez que ele proporciona propriedades viscoelásticas à massa tradicional de pão (DEWENTTINCK *et al.*, 2008). Os pães isentos de glúten tem como ingredientes básicos a utilização de farinhas de arroz, mandioca, milho e soja, fécula de batata. Ingredientes ricos em amido, apesar de apresentarem boa

qualidade tecnológica, no entanto promovem alimentos de baixa qualidade nutricional. Assim como alternativa para aprimorar o conteúdo nutricional as pesquisas têm sugerido a utilização de pseudocereais (NASCIMENTO *et al.*, 2013; JASTREBOVA; JÄGERSTAD, 2013). O uso de psyllium, farinhas de amaranto, quinoa (RAHAIE *et al.*, 2012; BRESHEARS; CROWE, 2013), trigo sarraceno (WRONKOWSKA; HAROS; SORAL-ŚMIETANA, 2013) inulina (ZIOBRO *et al.*, 2013), oligofructose, prebióticos (RAHAIE *et al.*, 2012; CAPRILES; ARÊAS, 2013), farinha de inhame (SEGUCHI *et al.*, 2012) chia, hidrocolóides (MOREIRA; CHENLO; TORRES, 2013), albumina e caseína (STORK *et al.*, 2013) são promissores ingredientes para aperfeiçoar a aparência global, propriedades sensoriais, propriedades tecnológicas e *shelf-life* de pães isentos de glúten.

O objetivo desse estudo foi identificar o perfil sensorial e aceitação de pão de forma isento de glúten com adição de farinha de pseudocereais e edulcorantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

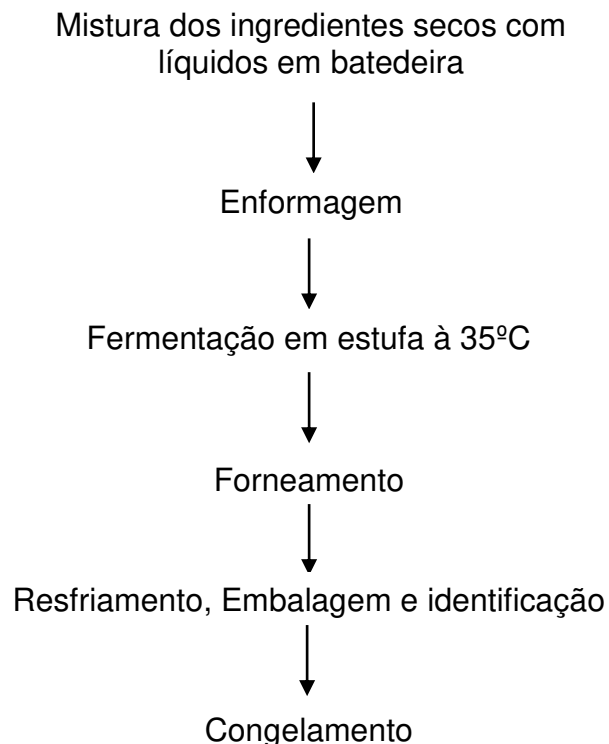
2.1. Material

Foram avaliadas sete amostras de pães de forma isentos de glúten e sacarose. Os pães foram preparados substituindo, parcialmente, a mistura de amidos por farinha de quinoa ou amaranto e a sacarose por edulcorantes: sucralose, estévia e um *blend* de sucralose/acessulfame-K. As formulações dos pães foram desenvolvidas no laboratório de Ciência Sensorial e Estudo com Consumidor (Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP). Posteriormente os pães foram elaborados em padaria especializada em fabricação de pães isentos de glúten, localizada na cidade de Jundiaí, no estado de São Paulo. As formulações foram desenvolvidas da forma usual da área de panificação, em que a soma das farinhas deve ser equivalente a 100%, e os demais ingredientes são calculados com base na quantidade de farinha, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações de pães isentos de glúten e sacarose

Ingredientes	Controle (%)	Amaranto	Quinoa	Amaranto	Quinoa	Amaranto	Quinoa
		Estévia (%)	Estévia (%)	Sucralose (%)	Sucralose (%)	Sucralose/ acessulfame-K (%)	Sucralose/ acessulfame-K (%)
Farinhas	Farinha de arroz	61,64	49,32	49,32	49,32	49,32	49,32
	Fécula de batata	13,68	10,95	10,95	10,95	10,95	10,95
	Fécula de mandioca	20,56	16,43	16,43	16,43	16,43	16,43
	Polvilho azedo	4,12	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
	Farinha integral de amaranto	0	20	0	20	0	0
	Farinha integral de quinoa real	0	0	20	0	20	0
	Total Farinhas	100	100	100	100	100	100
% Base de farinhas	Açúcar demerara	2,73	0	0	0	0	0
	Sucralose	0	0	0	0,01	0,01	0,002
	Estévia	0	0,003	0,003	0	0	0
	Acessulfame	0	0	0	0	0,005	0,005
	Sal	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	Fermento biológico seco	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	Goma xantana	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Ovo líquido pasteurizado	37,67	37,67	37,67	37,67	37,67	37,67
	Óleo de Canola	10,28	10,28	10,28	10,28	10,28	10,28
	Água à 4º C	82,25	82,25	82,25	82,25	82,25	82,25

Os pães de forma foram elaborados seguindo as etapas de mistura dos ingredientes secos com os ingredientes líquidos em batedeira industrial (Perfecta®) na velocidade média, durante 3 minutos. Após esse processo pesou-se 420g de massa em formas de alumínio retangulares para pão (17 x 7 x 6 cm) e foram levados à estufa (Perfecta®) durante 20 minutos à 35º C ajustada à 85% de umidade. Depois disso, os pães foram assados em forno rotativo N10 (Perfecta®) à 195ºC por 25 minutos. Em seguida, foram resfriados em temperatura ambiente e desenformados, as amostras foram embaladas em embalagens plásticas transparentes de propileno, identificadas e congeladas em freezer a -20º C. O Fluxograma 1 exemplifica o processo de fabricação.



Fluxograma 1: Esquema de fabricação dos pães de forma sem glúten

Para os testes sensoriais, as amostras foram descongeladas em forno elétrico a 100°C por 10 minutos e foram servidas em temperatura ambiente para os julgadores.

2.2. Análise descritiva quantitativa (ADQ®)

Foram convidados 19 provadores para integrar a equipe da análise do perfil descritivo das amostras, após esclarecimento detalhado da metodologia e concordância dos participantes ao assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (Comitê de FCM/UNICAMP parecer nº 83893/2012 - Anexo). Foi realizada uma pré-seleção dos candidatos por meio de análise sequencial de WALD (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2004), utilizando testes triangulares de diferença com duas amostras de pães de forma comerciais, com diferença significativa ao nível de 0,1%. Na análise sequencial foram utilizados os valores

para $p=0,45$ (máxima inabilidade aceitável), $p_1=0,70$ (mínima habilidade aceitável), e para os riscos $\alpha=0,05$ (probabilidade de aceitar um candidato sem acuidade sensorial) e $\beta=0,05$ (probabilidade de rejeitar um candidato com acuidade sensorial).

O perfil sensorial das amostras de pães foi gerado de acordo com a metodologia de análise descritiva quantitativa (STONE; BLEIBAUM; THOMAS, 2012). Os assessores geraram os termos descritores sensoriais das amostras de pães com definições e referências, por meio do método Repertory Grid Kelly's Method (MOSKOWITZ, 1983). A identificação das definições e referências para os termos descritores foram determinadas após consenso de todo o grupo. Os membros do grupo foram submetidos a treinamentos sobre os atributos sensoriais do produto. Em seguida, os assessores participaram da etapa de seleção da equipe definitiva, onde foram selecionados os participantes que apresentaram capacidade de discriminar as amostras ($p_{\text{Famostra}} < 0,50$), e apresentaram boa repetibilidade dos resultados ($p_{\text{Repetição}} > 0,05$), além de consenso com os demais assessores da equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

Os assessores selecionados avaliaram as amostras em 3 repetições para todos os atributos previamente determinados, utilizando uma escala não-estruturada de 9 cm ancorada nos extremos por “nenhum/fraco” e “muito/forte”. Foi oferecida $\frac{1}{2}$ fatia de pão de forma de cada amostra (equivalente a 40g, pois era necessário o consumidor avaliar atributos relacionados com a casca do pão), que foram apresentadas monadicamente em guardanapos codificados com três dígitos em blocos completos balanceados (MACFIE *et al.*, 1989), em cabines individuais com luz branca, climatizadas (22°C). Para limpeza do palato forneceu-se água.

2.3. Análise de aceitação

Cento e dezoito consumidores, todos consumidores habituais de pão de forma foram convidados a participar do teste de aceitação de pães isentos de glúten e sacarose. Posteriormente foi apresentado o Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido (Comitê de FCM/UNICAMP parecer nº 83893/2012 - Anexo), onde constavam claramente os objetivos da pesquisa.

Os consumidores avaliaram as amostras em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Para o teste afetivo foi utilizado uma escala não-estruturada de 9 cm ancorada pelos extremos “desgostei muitíssimo” e “gostei muitíssimo”. As amostras também foram avaliadas em relação à maciez por meio da escala-de-ideal. Foram oferecidos 20g de amostra (1/4 da fatia de pão) em guardanapos codificados com números de três dígitos apresentados de forma monádica e em blocos completos balanceados, para que se evitassem os efeitos de *first-order* e *carry-over* (MACFIE *et al.*, 1989).

Os consumidores foram questionados em relação aos hábitos de consumo de pão e sobre a atitude em relação à compra do produto, utilizando-se a escala de atitude de compra de cinco pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2004). O teste foi realizado em cabines individuais, em ambiente climatizado (22°C); durante o teste foi disponibilizada água aos consumidores para limpeza do palato.

Foi realizado um teste de aceitação com 15 pacientes celíacos, cadastrados no Hospital das Clínicas da UNICAMP e na Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil utilizando os mesmos critérios descritos acima.

2.4. Análise estatística

Os resultados da ADQ® e de aceitação foram analisados por meio de estatística univariada (ANOVA) e teste de médias de Tukey ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SAS (2013). Através dos resultados da ADQ foi realizada análise de componentes principais (PCA) e baseado nos resultados de impressão global da análise de aceitação foi gerado o mapa de preferência interno. Os resultados obtidos a partir do teste de intenção de compra e escala-de-ideal foram analisados por meio de histogramas de frequência para cada amostra utilizando o programa *Windows Excel*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise descritiva quantitativa

Os assessores geraram 24 termos descritores para descrever as amostras de pães isentos de glúten e sacarose, e suas respectivas definições e referências utilizadas para determinar os extremos de mínimo e máximo das escalas (Tabela 2).

Tabela 2: Definições e referências utilizados na Análise Descritiva Quantitativa

ATRIBUTO	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
Aparência		
Cor marrom da casca (CMC)	Cor característica de pão de forma assado.	Pouco: Fatia da parte superior de pão de forma light da marca Wikbold® de espessura de 4 cm. Muito: Fatia da parte superior de pão de forma light integral da marca Pullman® de espessura de 4 cm.
Cor amarela do miolo (CAM)	Cor amarela característica de pão de queijo.	Pouco: Mini Pão francês cortado ao meio Muito: Miolo de uma fatia de pão de milho da marca Panco®
Tamanho dos alvéolos (TA)	Tamanho das porosidades presentes na massa formadas por bolhas de ar.	Pouco: Fatia de 3 cm de largura de bolo tipo Ana Maria® tradicional baunilha. Muito: Bucha vegetal.
Elasticidade tátil (ET)	Força necessária para comprimir a fatia de pão sobre uma superfície plana, com um dedo para a obtenção de uma deformação de cerca de 50%.	Pouco: Fatia de goiabada de 0,5cm de espessura da marca Fugini®. Muito: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®.
Aroma		
Doce (ADOC)	Aroma adocicado presente em pães doces.	Nenhum: água destilada Muito: Fatia de 3 cm de largura de bolo tipo Ana Maria tradicional baunilha.
Quinoa (AQ)	Aroma característico do pseudocereal quinoa.	Nenhum: Água destilada Muito: Pão sem glúten com 40% de quinoa: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de quinoa, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220C.
Amaranto (AM)	Aroma característico do pseudocereal amaranto.	Nenhum: Água destilada Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Fermentado (AF)	Aroma característico de massa fermentada.	Nenhum: Água destilada Muito: Solução de 100ml de água filtrada com 10g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter.
Aroma de polvilho azedo (APA)	Aroma característico de polvilho azedo.	Pouco: água destilada Muito: Polvilho azedo da marca Hikari®.

Continuação da Tabela 2

		Sabor
Gosto doce (GDOC)	Gosto característico de solução de sacarose	Pouco: Água destilada
Gosto amargo (GAMA)	Gosto característico de solução de cafeína.	Muito: Torrada levemente doce da marca Bauduco®. Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo® menos sal – Água.
Gosto residual amargo (RAMA)	Gosto amargo que permanece na boca após a deglutição.	Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C. Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Forte: Solução de estévia 0,1%.
Gosto salgado (GSAL)	Gosto característico de solução de cloreto de sódio.	Pouco: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Torrada levemente salgada da marca Bauduco®.
Quinoa (SQ)	Sabor característico do pseudocereal quinoa	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten com 40% de quinoa: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de quinoa, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35° C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220° C.
Fermento (SF)	Sabor característico de massa fermentada.	Pouco: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten. Mistura dos ingredientes: 180g de farinha de arroz da marca Urbano®; 36 g de fécula de batata da marca Yoki®, 24 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 12g de polvilho azedo da marca Hikari®, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 25g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Ovo (SOVO)	Sabor característico da película que envolve a gema de ovo de galinha.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Ovo cozido durante 8 minutos.

Continuação da Tabela 2

Amaranto (SAM)	Sabor característico do pseudocereal amaranto.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35° C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Polvilho (SPOL)	Sabor característico de polvilho azedo.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Biscoito de polvilho assado da marca Cassini.
Textura		
Maciez miolo (MM)	Força necessária para romper o miolo do pão de forma.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman® amanhecido. Muito: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®.
Mastigabilidade (MAST)	Número de mastigações necessárias antes da deglutição.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®. Muito: Cereal em barra da marca Trio light castanha e avelã.
Umidade (UMID)	Sensação provocada pela quantidade de água em um alimento.	Pouco: Torrada levemente doce da marca Bauduco®. Muito: 100g bolo mesclado de chocolate e sabor artificial de baunilha pullman – Frappé California Baunilha e Chocolate umedecido com 40ml de solução de 5% de sacarose.
Adesividade (ADES)	Força necessária para remover completamente a amostra do palato utilizando a língua.	Pouco: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Biscoito de polvilho assado da marca Cassini.
Granulosidade (GRAN)	Presença de grânulos durante a mastigação.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®. Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de bata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35° C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Crocância da casca (CC)	Força necessária para compressão de uma amostra entre os dentes molares.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®. Muito: Biscoito com fibras Triunfo® menos sal – Água.

Na etapa de seleção, foram escolhidos os assessores que apresentaram poder de discriminação das amostras, repetibilidade dos resultados e consenso com a equipe. Os resultados obtidos na Análise de Variância para $pF_{amostra} < 0,5$ e $pF_{repetição} > 0,05$ são apresentados na Tabela 3 e 4 respectivamente.

Tabela 3 – Níveis de significância para assessores em função da discriminação das amostras na análise descritiva quantitativa

Atributos		Provadores														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aparência	Cor marrom casca	0,44	0,04	<u>0,59</u>	0,47	0,14	0,05	<u>0,66</u>	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	<u>0,66</u>	0,00	0,07
	Cor amarela miolo	<u>0,99</u>	0,08	0,20	<u>0,55</u>	<u>0,73</u>	0,39	<u>0,90</u>	0,39	0,51	0,09	0,32	<u>0,73</u>	0,12	<u>0,94</u>	0,04
	Tamanho dos álveolos	<u>0,77</u>	0,05	0,22	0,31	0,48	0,49	0,24	0,02	0,36	0,13	0,13	0,00	0,10	0,15	0,08
	Elasticidade Tatil	0,15	<u>0,79</u>	0,02	<u>0,74</u>	0,49	<u>0,71</u>	<u>0,54</u>	0,16	0,45	<u>0,97</u>	0,07	0,28	<u>0,71</u>	0,13	<u>0,63</u>
Aroma	Doce	<u>0,51</u>	<u>0,64</u>	0,43	0,42	<u>0,84</u>	0,24	0,07	0,24	0,34	0,34	0,29	<u>0,63</u>	0,45	0,09	<u>0,89</u>
	Quinoa	<0,001	0,11	0,02	0,23	<0,001	0,002	<0,001	0,12	0,00	0,10	0,33	0,48	0,71	<0,001	<0,001
	Amaranto	0,002	<u>0,99</u>	0,06	0,13	0,11	0,01	<0,001	0,11	0,00	0,05	<u>0,52</u>	<u>0,64</u>	<u>0,58</u>	<0,001	0,14
	Fermento	<u>0,80</u>	<u>0,58</u>	<u>0,99</u>	0,36	0,39	<u>0,94</u>	0,25	0,01	0,08	0,40	0,25	0,00	0,01	<u>0,83</u>	0,41
Gosto/Sabor	Polvilho Azedo	0,46	<u>0,92</u>	0,32	0,16	<u>0,51</u>	0,47	0,12	0,39	0,19	0,21	0,15	<u>0,85</u>	<u>0,66</u>	0,20	<u>0,89</u>
	Doce	0,28	<u>0,64</u>	0,35	<u>0,54</u>	0,23	<u>0,86</u>	0,01	0,51	0,46	0,17	0,08	0,45	<u>0,54</u>	0,07	0,19
	Amargo	0,00	0,13	0,00	0,02	0,02	0,09	0,0004	0,31	0,29	0,08	0,11	0,34	0,48	<u>0,54</u>	0,02
	Residual Amargo	<u>0,61</u>	0,38	<u>0,66</u>	0,44	<u>0,76</u>	0,25	0,11	0,06	0,23	0,23	0,12	0,09	0,29	<u>1,00</u>	0,11
Textura	Salgado	0,50	<u>0,98</u>	0,49	<u>0,68</u>	0,22	<u>0,70</u>	0,04	0,00	0,30	0,38	0,08	<u>0,78</u>	<u>0,88</u>	0,38	<u>0,92</u>
	Quinoa	<0,001	0,11	0,07	0,24	0,00	0,01	<0,001	0,21	<0,001	0,10	0,45	<u>0,62</u>	<u>0,83</u>	<0,001	0,007
	Fermento	0,00	<u>0,62</u>	0,35	0,27	0,13	<u>0,96</u>	0,26	0,07	<u>0,81</u>	0,00	0,22	0,21	0,35	0,14	0,12
	Ovo	<u>0,71</u>	0,35	0,23	<u>0,63</u>	<u>0,68</u>	0,39	<u>0,95</u>	<u>1,00</u>	0,32	0,36	<u>0,85</u>	0,45	0,01	<u>0,68</u>	<u>0,68</u>
Textura	Amaranto	0,0004	<u>1,00</u>	0,03	0,11	0,11	<0,001	<0,001	0,11	<0,001	0,07	0,48	<u>0,71</u>	<u>0,56</u>	0,00	0,32
	Polvilho	<u>0,84</u>	0,39	0,23	0,12	0,04	<u>0,78</u>	0,19	0,47	<u>0,58</u>	0,01	0,14	0,17	<u>0,79</u>	0,05	0,47
	Maciez Miolo	<u>0,68</u>	0,26	0,33	0,46	<u>0,51</u>	<u>0,79</u>	<u>0,84</u>	<u>0,87</u>	0,53	0,28	0,18	0,00	0,46	<u>0,97</u>	<u>0,60</u>
	Matigabilidade	<u>0,62</u>	0,02	0,20	<u>0,62</u>	0,42	<u>0,59</u>	<u>0,95</u>	<u>0,64</u>	0,48	0,31	0,41	0,19	0,42	0,37	<u>0,97</u>
Textura	Umidade	0,08	0,35	<u>0,75</u>	0,24	0,43	<u>0,62</u>	<u>0,61</u>	0,15	<u>0,77</u>	0,44	<u>0,80</u>	<u>0,66</u>	0,18	<u>0,74</u>	0,05
	Adesividade	<u>0,93</u>	0,45	0,32	<u>0,71</u>	0,43	<u>0,55</u>	<u>0,53</u>	<u>0,85</u>	0,32	<u>0,59</u>	<u>0,77</u>	0,44	0,33	0,12	<u>0,93</u>
	Granulosidade	0,21	0,43	<u>0,74</u>	0,16	0,31	0,13	0,61	0,08	0,52	0,89	0,62	0,05	0,35	0,39	0,009
	Crocância da casca	0,16	<u>0,51</u>	0,045	<u>0,76</u>	<u>0,55</u>	0,18	<u>0,59</u>	<u>0,75</u>	<u>0,59</u>	0,1	0,22	0,09	<u>0,74</u>	0,43	0,79

Nota: *PF_{amostra} < 0,50 indica boa discriminação das amostras pelos assessores.

Tabela 4 – Níveis de significância para assessores em função da repetibilidade dos resultados na análise descritiva quantitativa

Atributos		Provadores														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aparência	Cor marrom casca	0,77	0,16	0,30	0,85	0,54	0,38	0,81	0,22	0,13	0,20	0,11	0,45	0,48	<u>0,00</u>	0,15
	Cor amarela miolo	0,33	0,40	0,26	0,70	0,80	0,95	0,81	0,64	0,83	0,29	<u>0,01</u>	0,54	0,17	0,43	<u>0,01</u>
	Tamanho dos álveolos	0,96	0,54	0,90	0,67	0,62	0,31	0,42	0,10	0,26	0,73	0,33	0,67	0,28	0,59	0,89
	Elasticidade Tatil	0,84	0,97	<u>0,01</u>	0,61	0,86	<u>0,05</u>	0,81	0,27	0,45	0,46	0,55	0,99	0,33	0,09	0,14
Aroma	Doce	0,49	0,28	0,43	0,41	0,12	0,27	0,46	0,48	0,10	0,32	0,22	0,61	0,12	0,36	0,36
	Quinoa	0,44	0,44	0,30	0,27	0,44	0,20	0,44	0,44	0,44	0,44	0,95	0,98	0,83	0,98	0,44
	Amaranto	0,44	0,47	0,40	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43	0,93	0,73	0,89	0,77	0,23
	Fermento	0,45	0,37	0,24	0,14	0,43	0,39	0,12	0,58	0,44	0,66	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,01</u>	0,94	0,26
	Polvilho Azedo	0,78	0,57	0,32	0,10	0,56	0,47	0,79	0,73	0,20	0,39	0,84	0,88	0,26	0,89	0,19
	Doce	0,32	0,86	0,39	0,49	0,21	0,65	0,95	0,13	0,34	0,10	0,07	0,82	0,34	0,13	0,97
	Amargo	<u>0,02</u>	0,35	0,45	0,20	0,58	0,29	0,06	0,12	0,44	0,49	0,93	0,95	0,13	0,48	0,13
	Residual Amargo	0,31	0,72	<u>0,00</u>	0,44	0,25	0,41	0,37	<u>0,01</u>	0,14	0,17	0,05	0,63	0,97	1,00	0,56
	Salgado	0,87	0,68	0,45	0,07	0,18	0,52	0,45	<u>0,00</u>	0,91	0,89	0,08	0,13	0,47	0,13	0,96
	Quinoa	0,44	0,44	0,45	0,28	0,44	0,41	0,44	0,44	0,44	0,43	0,99	0,83	0,93	0,46	0,44
Gosto/Sabor	Fermento	0,53	0,56	0,25	0,44	0,42	0,78	0,20	0,12	0,90	0,41	0,12	0,46	0,31	0,19	0,83
	Ovo	0,94	0,62	0,20	0,63	0,92	0,26	0,65	0,44	0,36	0,14	0,61	0,22	0,08	0,80	0,88
	Amaranto	0,44	0,44	0,42	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,52	0,99	0,80	0,90	0,86	0,32
	Polvilho	0,32	0,44	0,41	0,48	0,06	0,34	0,71	0,07	0,41	0,08	<u>0,03</u>	0,52	0,92	0,70	0,35
	Maciez Miolo	0,14	0,92	0,84	0,63	0,66	0,22	0,56	0,60	0,42	0,11	0,70	0,24	0,72	0,50	0,80
	Matigabilidade	0,41	<u>0,02</u>	0,33	<u>0,05</u>	0,55	0,59	0,24	0,08	<u>0,04</u>	0,12	0,05	0,50	0,15	0,62	0,83
Textura	Umidade	<u>0,05</u>	0,25	0,66	0,34	0,18	0,98	0,85	0,30	0,43	0,48	0,63	0,77	0,09	0,26	0,12
	Adesividade	0,94	0,37	0,43	<u>0,02</u>	0,1	0,66	0,1	0,54	0,15	0,07	0,31	0,39	0,07	0,34	0,2
	Granulosidade	0,95	0,49	0,55	0,22	0,14	0,84	0,55	0,99	<u>0,01</u>	0,87	0,2	0,14	0,88	0,29	<u>0,004</u>
	Crocância da casca	0,18	0,21	0,29	0,85	0,53	0,31	0,77	0,78	0,53	<u>0,03</u>	0,69	0,3	0,26	0,11	0,85

Nota: *PF_{repetição} > 0,05 indica boa repetibilidade das amostras pelos assessores.

Ao analisar a Tabela 3 observam-se valores superiores aos descritos na metodologia para os termos descritores: elasticidade tátil, sabor de ovo, umidade, adesividade e crocância da casca. No entanto, na Tabela 4 verifica-se boa repetibilidade da equipe. Assim, esse resultado talvez não esteja relacionado com a inabilidade dos assessores em discriminar as amostras, mas a pequenas diferenças entre as amostras, o que dificultou a sua identificação. Para escolha da equipe definitiva além da análise do $pF_{amostra}$ e $pF_{repetição}$ foram considerados também os gráficos de consenso, que mostraram médias parecidas, e seguindo uma mesma tendência em relação aos demais membros do grupo. Desse modo, os assessores 1, 6, 13, que mostraram alguns problemas em relação à discriminação das amostras, repetibilidade e consenso com a equipe, não foram selecionados para a última etapa do estudo.

Após selecionar a equipe definitiva, de 12 assessores, foi realizada a etapa final da análise descritiva, a qual avalia o perfil descritivo das amostras. A Tabela 5 apresenta os resultados da Análise de Variância e Teste de Médias de Tukey para cada atributo estudado.

Tabela 5 – Média dos termos descritores dos atributos sensoriais das amostras de pães isentos de glúten e sacarose

Atributo		Controle	Amaranto Estévia	Quinoa Estévia	Amaranto Sucralose	Quinoa Sucralose	Amaranto Sucralose/ acesulfame- K	Quinoa Sucralose/ acesulfame- K	DMS**
Aparência	Cor marrom da casca	3,75 ^b	2,56 ^{c,d}	5,00 ^a	2,34 ^d	5,43 ^a	3,04 ^c	5,28 ^a	0,69
	Cor amarela do miolo	1,90 ^d	3,58 ^{b,c}	4,15 ^{a,b}	3,28 ^c	4,39 ^a	3,37 ^c	4,69 ^a	0,75
	Tamanho dos Alvéolos	2,08 ^d	3,03 ^{b,c}	3,55 ^a	3,15 ^{b,c}	3,55 ^{a,b}	2,91 ^c	3,57 ^{b,c}	0,59
	Elasticidade	5,65 ^a	5,09 ^a	5,37 ^a	4,94 ^a	5,09 ^a	5,07 ^a	5,05 ^a	0,81
	Tátil	2,10 ^a	1,84 ^{a,b}	1,69 ^{a,b}	1,90 ^{a,b}	1,55 ^b	1,81 ^{a,b}	1,86 ^{a,b}	0,51
Aroma	Doce	0,33 ^c	0,62 ^c	2,90 ^b	0,69 ^c	4,01 ^{a,b}	0,59 ^c	4,21 ^a	1,15
	Quinoa	0,64 ^c	3,01 ^a	1,32 ^{b,c}	2,76 ^a	0,76 ^c	2,64 ^{a,b}	0,33 ^c	1,33
	Amaranto	2,13 ^a	1,43 ^b	1,49 ^{a,b}	1,69 ^{a,b}	1,33 ^b	1,87 ^{a,b}	1,52 ^{a,b}	0,67
	Fermentado	2,33 ^a	1,38 ^c	1,51 ^{b,c}	1,64 ^{b,c}	1,32 ^c	1,95 ^{a,b}	1,81 ^{b,c}	0,52
	Polvilho Azedo	1,99 ^a	1,80 ^a	1,93 ^a	1,74 ^a	1,70 ^a	1,90 ^a	1,92 ^a	0,61
Gosto/Sabor	Gosto doce	0,65 ^c	1,34 ^{b,c}	1,79 ^{a,b}	1,31 ^{b,c}	1,80 ^{a,b}	1,17 ^{b,c}	2,43 ^a	0,72
	Gosto amargo	0,37 ^c	0,96 ^b	0,99 ^b	0,90 ^{b,c}	1,06 ^{a,b}	0,75 ^{b,c}	1,57 ^a	0,55
	Residual Amargo	3,51 ^a	3,65 ^a	3,15 ^a	3,47 ^a	3,31 ^a	3,35 ^a	3,47 ^a	0,55
	Gosto salgado	0,29 ^c	0,62 ^c	2,56 ^b	0,54 ^c	3,67 ^a	0,53 ^c	4,14 ^a	1,10
	Quinoa	1,88 ^a	1,43 ^a	1,34 ^a	1,92 ^a	1,30 ^a	1,40 ^a	1,44 ^a	0,70
Textura	Fermento	1,24 ^a	0,92 ^{a,b}	0,98 ^{a,b}	0,98 ^{a,b}	0,72 ^b	0,96 ^{a,b}	0,98 ^{a,b}	0,38
	Ovo	0,58 ^b	3,17 ^a	1,40 ^b	2,94 ^a	0,88 ^b	3,06 ^a	0,38 ^b	1,35
	Amaranto	2,28 ^a	1,89 ^{a,b}	1,79 ^{a,b}	1,82 ^{a,b}	1,57 ^b	2,01 ^{a,b}	1,81 ^{a,b}	0,63
	Polvilho	5,31 ^{a,b}	4,86 ^{a,b}	5,20 ^{a,b}	5,17 ^{a,b}	5,54 ^a	5,40 ^{a,b}	4,72 ^b	0,72
	Maciez do Miolo	2,39 ^a	2,93 ^a	2,48 ^a	2,44 ^a	2,48 ^a	2,56 ^a	2,68 ^a	0,62
	Mastigabilidade	3,47 ^a	3,75 ^a	3,49 ^a	3,92 ^a	3,96 ^a	3,60 ^a	3,23 ^a	0,84
	Umidade	2,25 ^a	2,78 ^a	2,65 ^a	2,77 ^a	2,77 ^a	2,60 ^a	2,50 ^a	0,57
	Adesividade	2,07 ^a	3,06 ^a	3,28 ^a	3,17 ^a	2,65 ^a	3,08 ^a	3,32 ^a	0,81
	Granulosidade	3,10 ^{a,b}	3,54 ^a	3,35 ^{a,b}	2,55 ^b	2,75 ^{a,b}	2,90 ^a	2,94 ^{a,b}	0,84
	Crocância da Casca								

Nota: *Médias com mesma letra numa mesma linha não apresentam diferença significativa a $p \leq 0,05$ pelo Teste de Tukey. ** Diferença Mínima Significativa obtida no teste de Médias de Tukey.

Pela aparência, os pães de forma elaborados com farinha de quinoa foram percebidos pelos assessores com maiores intensidades para cor marrom da casca e amarela do miolo, diferindo estatisticamente dos demais pães.

Os pães com pseudocereais apresentaram tamanho maior dos alvéolos quando comparados ao pão controle. Essa alteração pode ocorrer pela utilização de goma xantana empregada para melhorar a qualidade do pão sem glúten, que

leva à formação de alvéolos maiores (SCIARINI *et al.*, 2010). A elasticidade tátil, que se refere à força necessária para comprimir a fatia de pão sobre uma superfície plana, com um dos dedos para a obtenção de deformação de cerca de 50%, não diferiu significativamente entre os tratamentos, mostrando que a utilização de pseudocereais e edulcorantes não interferiram nesse atributo sensorial.

Os aromas do pão são produzidos em várias etapas do processo: no momento da mistura por meio da atividade enzimática, na fermentação, por oxidação lipídica e reação de Maillard (CAYOT, 2007). As amostras produzidas com farinha de quinoa foram percebidas pelos consumidores com aroma mais intenso de quinoa e o mesmo foi observado para os pães com amaranto, que foram percebidas com aroma intenso de amaranto. Enquanto o pão controle foi percebido pelos assessores com aroma mais intenso de fermento e polvilho azedo. O pão de forma controle foi elaborado com maior quantidade de polvilho azedo, assim esses ingredientes podem ter contribuído para que nessa formulação esses aromas fossem percebidos com maior intensidade para os assessores, além disso, a utilização de pseudocereais na massa pode ter contribuído para inibir a percepção desses aromas.

Os pães sem glúten são caracterizados por consumidores pelas diferentes intensidades de aroma e sabor, devido aos diferentes ingredientes utilizados nas formulações (PAGLIARINI; LAUREATI; LAVELLI, 2010). No atributo sabor os termos descritores gosto doce, salgado e sabor de fermento não apresentaram diferença estatística ($p \geq 0,05$) entre os pães. Mostrando que a quantidade de edulcorantes associada a de pseudocereais não promove diferença na percepção desse atributo entre as formulações. Os pães com pseudocereais foram aqueles percebidos com maior intensidade dos atributos gosto amargo e residual amargo. Enquanto sabor de polvilho e ovo foram percebidos como mais intensos no pão controle, não diferindo estatisticamente ($p \geq 0,05$) dos pães produzidos com amaranto estévia, quinoa/estévia, amaranto sucralose, quinoa sucralose/acessulfame-K e amaranto sucralose/acessulfame- k. Assim como para o aroma o aroma de polvilho apresentou-se mais intenso no pão de forma

controle, o mesmo pode ter ocorrido para o sabor. Dessa maneira, como na formulação controle a quantidade de polvilho azedo é maior quando comparado as outras formulações, esse sabor pode ter contribuído para que nessa formulação seja percebido mais intensamente para os acessores, além disso, a utilização de pseudocereais na massa pode ter contribuído para inibir a percepção desses sabores.

Os atributos de textura, mastigabilidade, umidade, adesividade, e granulidade não apresentaram diferença estatística ($p \geq 0,05$). A maciez do miolo foi caracterizada mais intensa no pão de quinoa com sucralose e o pão de amaranto com estévia foi percebido com maior crocância da casca.

Outra maneira de apresentar os resultados da Análise Descritiva Quantitativa é por meio do gráfico radar (Figura 1) sendo possível analisar a média de cada amostra para cada atributo analisado.

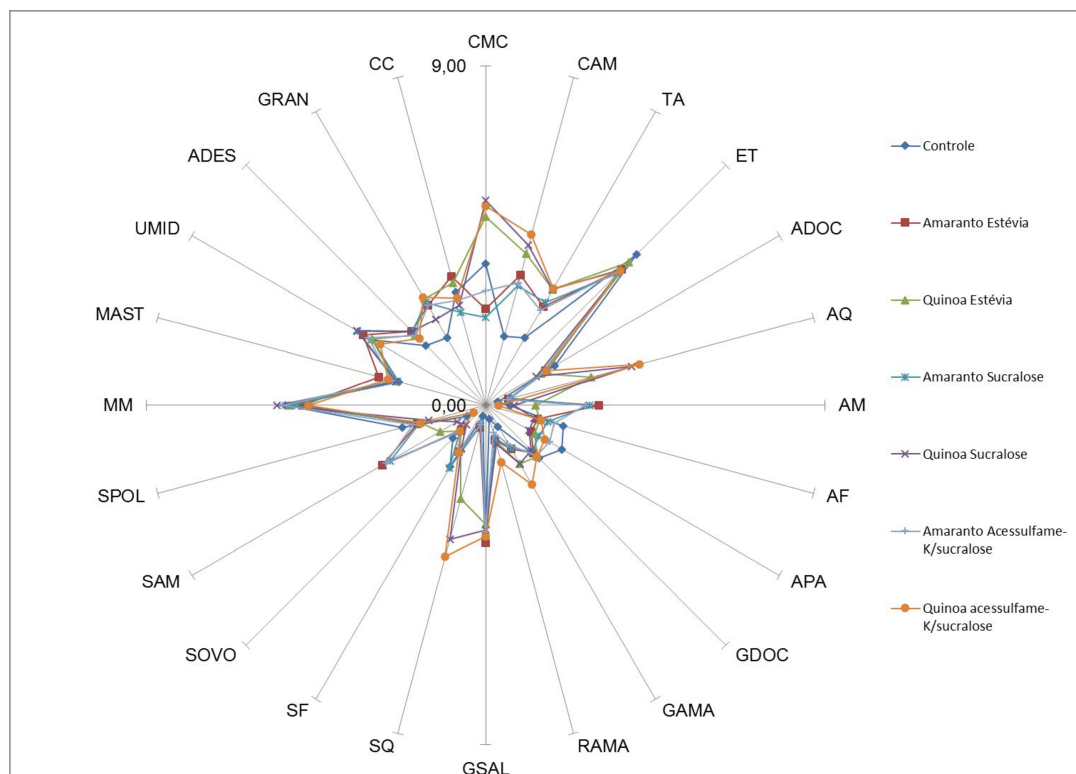


Figura 1: Gráfico radar com as médias dos atributos relativos às amostras e pães isentos de glúten e sacarose. Legenda: CMC: cor marrom da casca; CAM: cor amarela do miolo; TA: tamanho dos alvéolos; ET: elasticidade tátil; ADOC: aroma doce; AQ: aroma de quinoa; AM: aroma de amaranto; AF: aroma fermentado; APA: aroma de polvilho azedo; GDOC: gosto doce; GAMA: gosto amargo; RAMA: gosto residual amargo; GSAL: gosto salgado; SQ: sabor de quinoa; SF: sabor de fermento; SOVO: sabor de ovo; SAM: sabor de amaranto; SPOL: sabor de polvilho; MM: maciez do miolo; MAST: mastigabilidade; UMID: umidade; ADES: adesividade; GRAN: Granulosidade; CC: crocância da casca.

O gráfico apresenta os mesmos resultados da Tabela 5, no entanto possibilita fácil interpretação dos resultados, uma vez que traça o perfil de cada amostra. De acordo com Callejo (2011) os atributos como cor do miolo e casca, porosidade, aromas de trigo, cereais, fermentado, manteiga, tostado, dureza, elasticidade, adesividade, umidade, sabores de trigo, pão integral, fermentado, gosto doce e salgado estão relacionados com ingredientes adicionados na massa, reação de maillard e processo de fermentação.

A Figura 1 evidencia a diferença de intensidade percebida pelos assessores entre as amostras para os atributos como cor marrom da casca, cor amarela do

miolo, tamanho dos alvéolos, gosto amargo, residual amargo, sabor de quinoa e sabor de amaranto.

Na análise de Componentes Principais (ACP) os resultados estão apresentados em gráficos bidimensionais (Figura 2 e 3) com as variações expressas entre as amostras. Assim a componente principal I explica 31,85%, enquanto a componente principal II explica 16,62% da variação sensorial existente entre os pães, assim duas primeiras componentes principais juntas explicam 48,47%. Para explicar uma maior variabilidade entre as amostras analisadas utilizou-se a explicação da componente principal I e III que juntas explicam 43,99% das variações entre as amostras.

Na Figura 2 e 3 os atributos sensoriais são representados por vetores, quanto maior a representação do vetor na componente principal, mais importante é o atributo para descrever a amostra.

Na Figura 2, a amostra controle foi caracterizada pelos termos descritores: sabor e aroma de fermento (SF, AF), aroma e sabor de polvilho azedo (APA, SPOL), sabor de ovo (SOVO) e gosto doce (GDOC).

Na ACP (Figura 2) é possível observar que as amostras de pão com farinha de amaranto e edulcorante sucralose e estévia foram semelhantes em relação ao perfil sensorial e caracterizados pelos termos descritores: elasticidade tátil (ET); maciez do miolo (MM), gosto salgado (GSAL), sabor de amaranto (SAM) e umidade (UMID). A maciez do miolo percebida nas formulações de pães de forma descritas acima podem estar relacionados com o processo de fermentação e tipo de fermento utilizado (ZANNINI *et al.*, 2012) e a utilização dos hidrocolóides, que apresentam a capacidade de imitar as propriedades viscoelásticas do glúten. A goma xantana e hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), por exemplo, permitem o aprisionamento das bolhas de ar na massa, proporcionam estabilidade da mistura durante o forneamento, além de produzir um efeito anti-endurecimento no armazenamento do pão (MAHMOUD *et al.*, 2013; ANTON; ARTFIELD, 2008; HOUBEN; HÖCHSTÖTTER; BECKER, 2012).

O pão com farinha de amaranto e edulcorantes sucralose/acessulfame-K foi caracterizado pelos termos descritores cor amarela do miolo (CAM), residual

amargo (RAM), cor marrom da casca (CMC), aroma adocicado (ADOC), tamanho dos alvéolos (TA), mastigabilidade (MAST), gosto amargo (GAMA) e granulidade (GRAN). O gosto amargo presente nos pseudocereais deve-se à saponina, presentes nas camadas externas no grão, que provoca um amargor bastante intenso. As sementes de amaranto contêm 0,09% de saponina, enquanto a quinoa apresenta de 0,03 à 2,05%, que são consideradas quantidades baixas. Apesar de ser considerada o principal fator antinutricional presente na quinoa, não causa malefícios ao consumidor. E, em escala industrial é possível ser removida por descascamento abrasivo (SCHOENLECHNER; SIEBENHANDL; BERGHOFER, 2008; VALENCIA-CHAMORRO, 2004; BHARGAVA; SHUKLA; OHRI, 2006). Os pães de farinha de quinoa e edulcorantes sucralose e estévia foram descritos pelos mesmos termos descritores do pão produzido com amaranto sucralose/acessulfame-k, no entanto aroma e sabor de quinoa (AQ, SQ) também os caracterizaram. Segundo Stikic *et al.*, (2012) a utilização de farinha de quinoa no pão proporciona um sabor muito agradável, específico e ligeiramente amargo, sendo bem aceito pelos consumidores.

O sabor de quinoa (SQ) e a crocância da casca (CC) foram os termos descritores que caracterizaram o pão de quinoa com sucralose/acessulfame-k. A crocância da casca do pão está associada a um menor teor de atividade de água. Pães que apresentam um miolo úmido promovem o transporte de água para a crosta seca resultando em perda de crocância do pão (PRIMO-MARTÍN *et al.*, 2006).

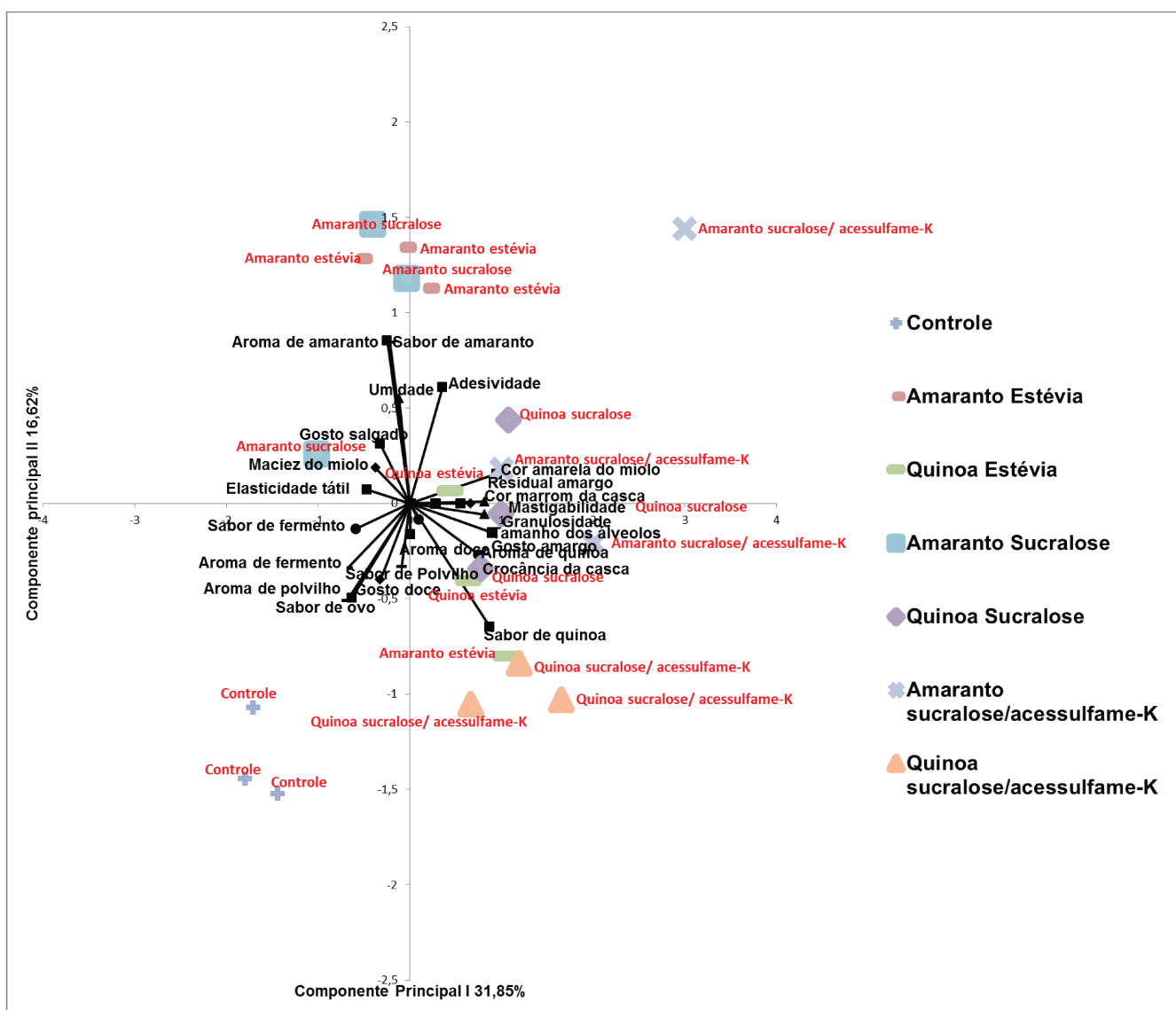


Figura 2: Análise de Componentes Principais (ACP), Componente Principal I e II

Aroma doce e torrado, gosto doce, sabor amanteigado, porosidade, adesividade são direcionadores de preferência, e estão positivamente correlacionados com frescor de pão produzido com farinha de trigo, ao mesmo tempo que, odor e sabor azedo são atributos que não agradam ao consumidor e apresentam correlação negativa para frescor do produto (HEENAN *et al.*, 2008). Morais *et al.* (2014) verificou que pães isentos de glúten com prebióticos e edulcorantes apresentam como direcionadores de preferência de consumidores a cor do miolo, doçura, aroma característico de pão, elasticidade tátil, enquanto

dureza, mastigabilidade e aroma de fermento influenciam negativamente na escolha do consumidor por esses produtos. No presente estudo foi observado que os pães apresentaram alguns desses termos descritores que influenciam positivamente a escolha do consumidor.

Ao observar a Figura 3, as amostras de pão produzidas com farinha de amaranto e edulcorante estévia ou sucralose foram caracterizadas pelos atributos aroma e sabor de fermento (AF, SF), aroma e sabor de polvilho (APA, SPOL) e sabor de ovo (SOVO). Na Figura 2 esses mesmos atributos também caracterizaram a amostra controle. Os pães formulados com farinha de quinoa e o pão de farinha de amaranto com edulcorante sucralose/acessulfame-k na Figura 3 também foram caracterizados pelos atributos de maciez do miolo (MM) e granulidade (GRAN). Os pseudocereais, quando introduzidos em formulações de pães sem glúten podem aumentar a maciez e coesivisidade do miolo, sem afetar as propriedades sensoriais do miolo do pão (ALVAREZ-JUBETE *et al.*, 2010). Apesar de não haver diferença significativa pelo teste de média de tukey para o descritor maciez do miolo, a média absoluta do pão com quinoa e edulcorante sucralose é maior que as demais amostras e é evidenciado no ACP.

Nos gráficos de ACP (Figura 2 e 3) as amostras próximas representam similaridades. Dessa maneira é possível observar que os pães de farinha de amaranto são muito parecidos entre si e com a formulação controle, enquanto os pães com farinha de quinoa apresentaram um perfil descritivo oposto aos pães de amaranto e controle, no entanto pelo fato dos pães com quinoa estarem localizados próximos, são similares entre si.

Na análise descritiva quantitativa é desejável que a equipe apresente boa reprodução de suas repostas, assim a ACP demonstra que a equipe estava treinada. No presente estudo as repetições se apresentaram próximas para os pães controle, pães com farinha de quinoa e o pão com farinha de amaranto e edulcorante sucralose/acessulfame-K.

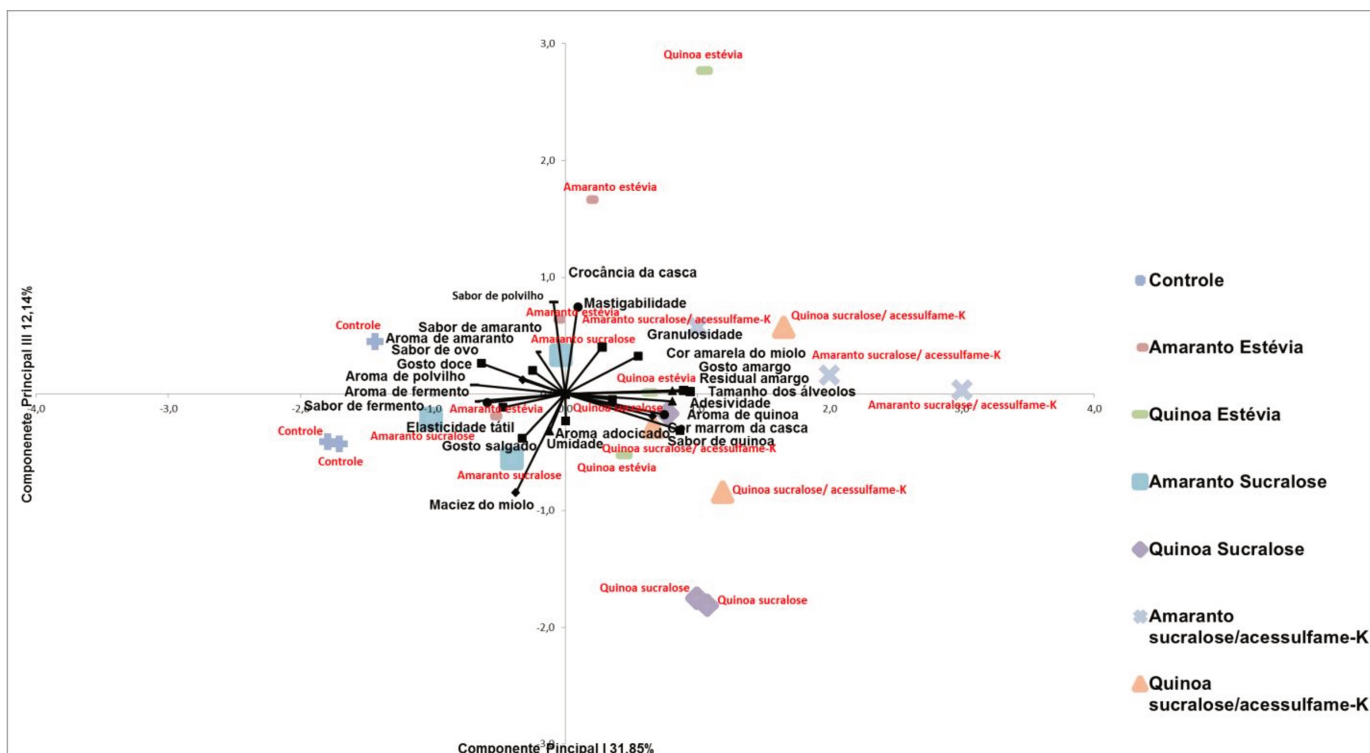


Figura 3: Análise de Componentes Principais (ACP), Componente Principal I e III

De modo geral, a avaliação dos resultados gerados pela equipe sensorial mostrou que a adição de farinha de pseudocereal e edulcorantes proporcionou pães mais macios, crocantes, com coloração amarelada do miolo e não acentuou a intensidade de aromas e sabores de fermento, ovo, polvilho azedo nas preparações.

3.2. Teste de aceitação

Dos 118 consumidores que participaram do teste de aceitação 73,73% pertenciam ao sexo feminino e 26,27% ao sexo masculino. Os participantes eram jovens, sendo 88,14 % da faixa etária de 18 a 30 anos, 7,63% tinha de 31 a 40 anos e 4,24% apresentavam mais de 41 anos. Desses participantes, 54% consumiam 1 porção de pão diariamente, 51% consumiam 2 porções, 9% declararam consumir 3 ou mais porções e 4% não apresentavam hábito de consumir pão diariamente. De acordo com os entrevistados, o consumo de pão

era principalmente realizado nos intervalos entre as principais refeições (café da manhã, lanche da manhã/tarde e ceia) correspondendo a 46,61% das pessoas, 28,81% declararam consumir pão apenas no café da manhã, 16,95% consumiam nas principais refeições (almoço e jantar), 6,78% no lanche da tarde. Em relação ao tipo de pão consumido, 61,86% tinham hábito de consumir tipos variados de pão (pão francês, pão de forma branco ou integral, pão caseiro e pão de leite), 16,10% consumiam apenas pão integral, enquanto 13,56% fazia consumo de pão francês, 5,08% consumiam pão de forma branco, 2,54% consumiam pão de leite ou caseiro e 0,85% consumiam outros tipos de pães. Quando questionado se os consumidores tinham conhecimento da doença celíaca, 55,08% declararam ter conhecimento da doença e sua forma de tratamento.

A Tabela 6 apresenta os resultados da Análise de Variância e comparação de médias por meio de teste de Tukey para as amostras de pão, para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os resultados considerados ideal para maciez e intenção de compra estão representados nas Figuras 4 e 5 respectivamente.

Tabela 6 – Médias dos atributos avaliados no teste de aceitação para pães isentos de glúten e sacarose

Amostras	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Controle	5,75 ^a	5,70 ^{ab}	5,10 ^{ab}	4,83 ^a	5,26 ^{ab}
Amaranto Estévia	6,00 ^a	6,09 ^a	5,36 ^a	5,31 ^a	5,54 ^a
Quinoa Estévia	5,52 ^a	5,16 ^{bc}	4,85 ^{ab}	5,07 ^a	5,13 ^{ab}
Amaranto Sucralose	6,01 ^a	5,63 ^{ab}	5,27 ^{ab}	5,09 ^a	5,50 ^a
Quinoa Sucralose	5,59 ^a	4,48 ^d	4,54 ^b	5,14 ^a	4,95 ^b
Amaranto sucralose/acessulfame-K	5,97 ^a	5,76 ^a	5,36 ^a	5,12 ^a	5,45 ^{ab}
Quinoa sucralose/acessulfame-K	6,02 ^a	4,58 ^{cd}	4,51 ^b	4,92 ^a	4,96 ^b
DMS**	0,55	0,59	0,59	0,61	0,51

Nota: Médias com letras iguais numa mesma coluna não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de médias de Tukey. ** Diferença mínima significativa entre as amostras.

Os atributos de aparência e textura não apresentaram diferenças significativa entre as amostras ($p \geq 0,05$). As médias das notas para aparência

mostraram que os consumidores gostaram ligeiramente dos pães, enquanto o atributo textura mostrou dúvida quanto à aceitação do produto.

O atributo aroma das amostras, controle, e dos pães elaborados com farinha de amaranto não diferiram estatisticamente. Correlacionando esse resultado com a Análise Descritiva Quantitativa, essas amostras foram muito similares entre si e foram caracterizadas por aroma de fermento, polvilho azedo e doce, à medida que os pães elaborados com farinha de quinoa foram percebidos com maior intensidade do aroma de quinoa mostrando baixa aceitação para o aroma desse pão. No atributo sabor os pães elaborados com farinha de quinoa e edulcorantes sucralose e sucralose/acessulfame-k evidenciaram aceitação inferior aos demais pães. No teste descritivo foram percebidas com maiores intensidades de gosto e residual amargo e sabor de quinoa. Apesar das amostras controle e com farinha de amaranto apresentarem maiores notas para o sabor, os consumidores mostraram dúvidas em relação à aceitação. As médias para impressão global mostraram que o pão controle, com farinha de amaranto e com farinha de quinoa e edulcorante estévia apresentaram maior aceitação, no entanto as médias representam dúvida em relação a aceitação. As notas baixas do atributo impressão global podem estar relacionadas aos consumidores serem potenciais consumidores e não o público alvo do produto, dessa forma as pessoas não tinham o costume de consumir produtos sem glúten com frequência.

De acordo com Fiorda *et al.* (2013) a elaboração de massas contendo farinha de amaranto tem se mostrado uma alternativa viável para produção de alimentos isentos de glúten, para consumo de pacientes celíacos e pessoas que optam por dietas mais saudáveis, uma vez que produtos à base de amaranto apresentam boa aceitação sensorial. No entanto os resultados apresentados no presente estudo foram contrários ao descrito por esses pesquisadores. Os pães elaborados com farinha de quinoa com edulcorante sucralose e sucralose/acessulfame-K não diferiram entre si e receberam notas inferiores relativas a “desgostei ligeiramente” pelos consumidores. Assim, as respostas dos consumidores mostram que o desenvolvimento de alimentos sem glúten é uma atividade complexa para a indústria desses produtos, pois a inovação nos

ingredientes é o que define esse mercado, que deve produzir alimentos homólogos aos que contêm glúten, porém com características sensoriais aceitáveis pelos consumidores (KELLY; MOORE; ARENDT, 2009). Dessa maneira, por ser considerado difícil o desenvolvimento de pães sem glúten, pesquisadores têm testado a utilização de novos ingredientes que tenham a capacidade de imitar pães com características tecnológicas e sensoriais similares aos pães tradicionais (BERNARDI *et al.*, 2010; DVOŘAKOVA; BUREŠOVA; KRAČMAR, 2012; SCHOENLECHNER *et al.*, 2010).

De acordo com a Figura 4, é possível identificar que o pão com farinha de quinoa e edulcorante sucralose dentre as demais amostras foi o que apresentou maior somatória para a resposta “ligeiramente menos macia” (50,83%), ao passo que o pão com farinha de amaranto e edulcorante sucralose/acessulfame-K foi o que se apresentou ideal quanto à maciez (43,33%).

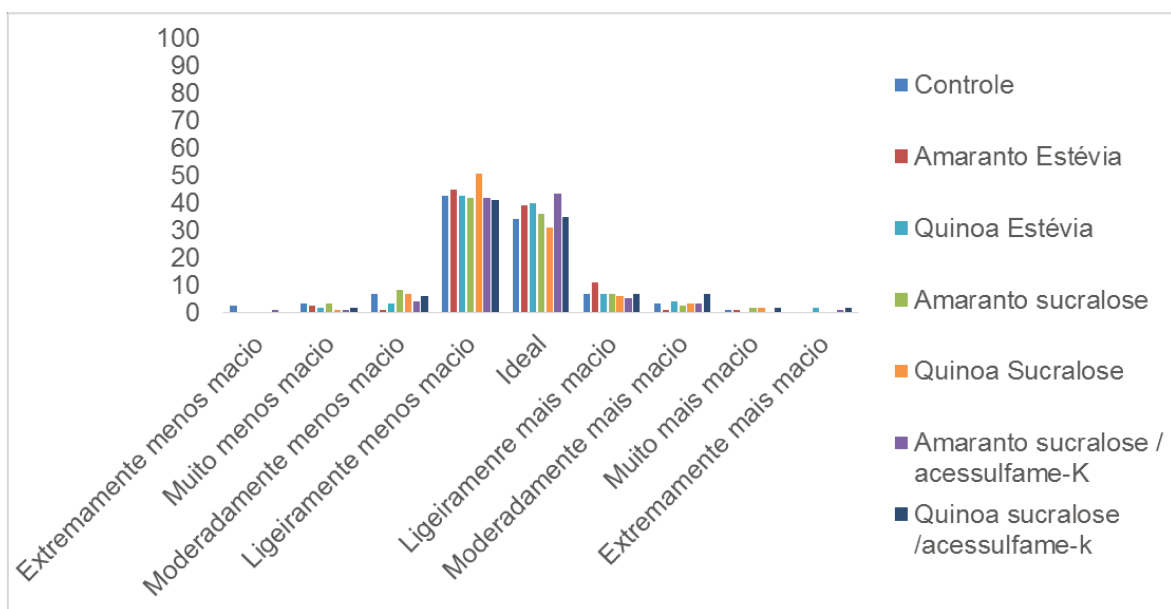


Figura 4: Histograma de Frequência da escala ideal de maciez para amostras de pão de forma isentos de glúten e sacarose.

Na Figura 5, o histograma de frequência indica a intenção de compra por amostra. Assim, é possível verificar que os pães controle, com farinha de amaranto e edulcorantes sucralose e sucralose/acessulfame-K e com farinha de quinoa e edulcorantes sucralose e sucralose/acessulfame-K foram as amostras

que os consumidores relataram que provavelmente comprariam. As amostras com farinha de quinoa e edulcorante estévia geraram dúvidas quanto a sua compra.

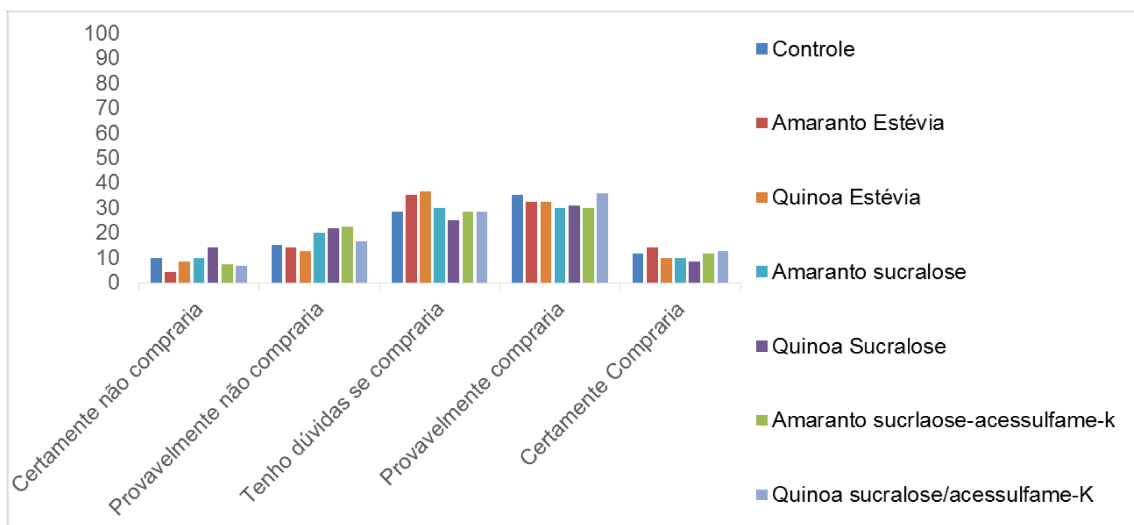


Figura 5: Histograma de Frequência da intenção de compras de consumidores para as amostras de pão de forma isentos de glúten e sacarose.

O mapa de preferência interno possibilita a interpretação da preferência do grupo de consumidores por determinado produto. O mapa de preferência interno foi obtido a partir da primeira e segunda dimensão que explicam em conjunto 44,56% da variação das amostras, sendo gerado a partir dos resultados de impressão global dos 118 consumidores que participaram do teste de aceitação.

Na Figura 6 é possível observar uma maior concentração de consumidores próximo às amostras controle e farinha de amaranto com sucralose sugerindo uma maior preferência dessas amostras por esses consumidores. As demais amostras que estão localizadas distantes dos consumidores são caracterizadas como de menor preferência por esse grupo.

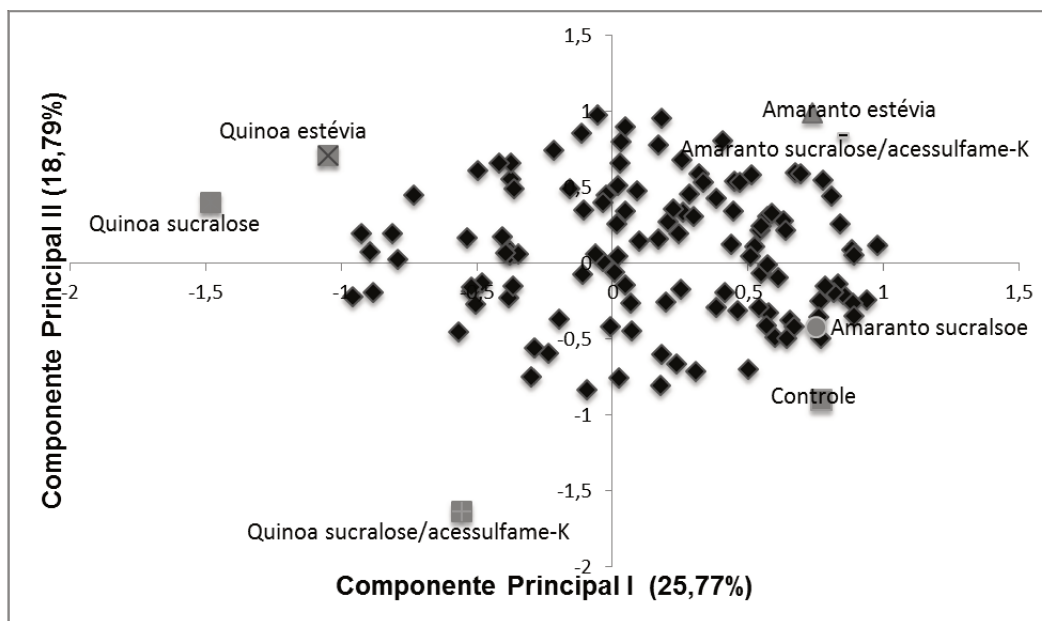


Figura 6: Mapa de Preferência Interno para as amostras de pães isentos de glúten e sacarose.

3.2.1. Teste de aceitação com pacientes celíacos

Os resultados para teste de consumidor com celíacos estão apresentados na Tabela 7. Os resultados de ideal para maciez e intenção de compra estão representados nas Figuras 7 e 8 respectivamente. O teste foi conduzido com 15 pacientes celíacos sendo 5 homens e 10 mulheres, com idade entre de 33 a 62, os quais eram cadastrados na Federação de Celíacos ou eram pacientes do Hospital das Clínicas da Unicamp. Observa-se que para todos os atributos questionados não houve diferença significativa entre as amostras ($p \geq 0,05$). Assim, as médias de aparência mostram que os consumidores gostaram ligeiramente, enquanto para aroma, sabor textura e impressão global as médias variaram de desgostei ligeiramente à dúvida em relação a aceitação.

Tabela 7 – Médias dos atributos avaliados no teste de aceitação de pão sem glúten com pacientes celíacos

Amostras	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Controle	6,02 ^a	5,47 ^a	5,42 ^a	5,94 ^a	5,18 ^a
Amaranto Estévia	6,46 ^a	5,78 ^a	5,86 ^a	4,90 ^a	5,42 ^a
Quinoa Estévia	6,58 ^a	5,93 ^a	5,72 ^a	5,10 ^a	5,37 ^a
Amaranto Sucralose	6,18 ^a	5,78 ^a	5,42 ^a	5,84 ^a	5,57 ^a
Quinoa Sucralose	6,16 ^a	4,16 ^a	4,08 ^a	5,26 ^a	4,77 ^a
Amaranto sucralose/acessulfame-K	5,82 ^a	4,82 ^a	4,06 ^a	5,01 ^a	4,46 ^a
Quinoa sucralose/acessulfame-K	6,42 ^a	5,09 ^a	4,88 ^a	5,32 ^a	4,52 ^a
DMS**	1,66	1,95	2,15	2,02	2,08

Nota: Médias com letras iguais numa mesma coluna não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de médias de Tukey. ** Diferença mínima significativa entre as amostras.

De acordo com a Figura 7 é possível observar que para a maioria dos consumidores celíacos todos os pães apresentaram maciez ideal.

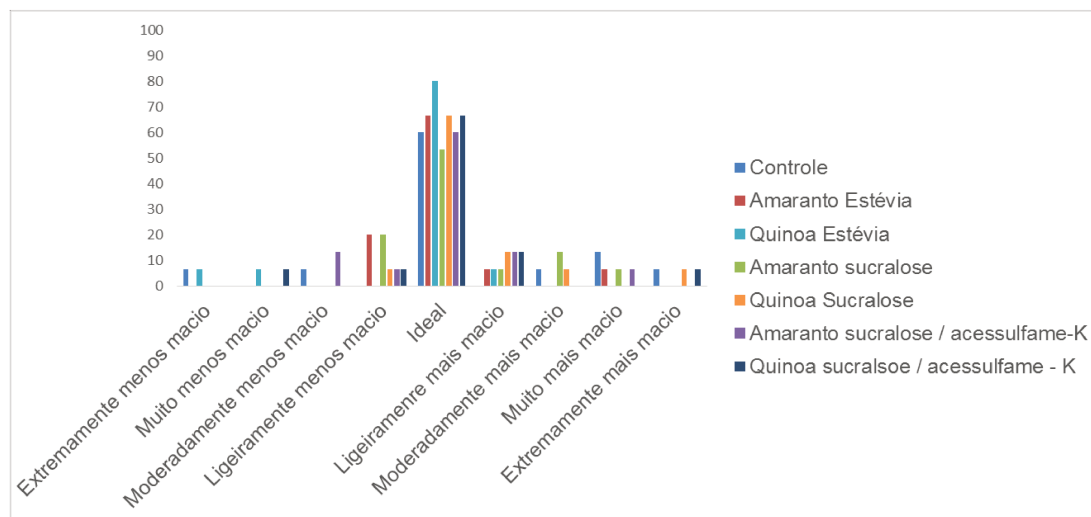


Figura 7: Histograma de Frequência da escala ideal de maciez para amostras de pão de forma isentos de glúten do teste de aceitação com pacientes celíacos.

Na Figura 8 pode-se observar os histogramas de frequência para intenção os consumidores relataram que “certamente comprariam” os pães controle, amaranto sucralose e quinoa estévia. Enquanto os pães de amaranto com edulcorantes estévia e sucralose/acessulfame-K e quinoa sucralose os consumidores relataram que “provavelmente comprariam”. A amostra com farinha

de quinoa e edulcorantes sucralose/acessulfame-k geraram dúvidas quanto a sua compra.

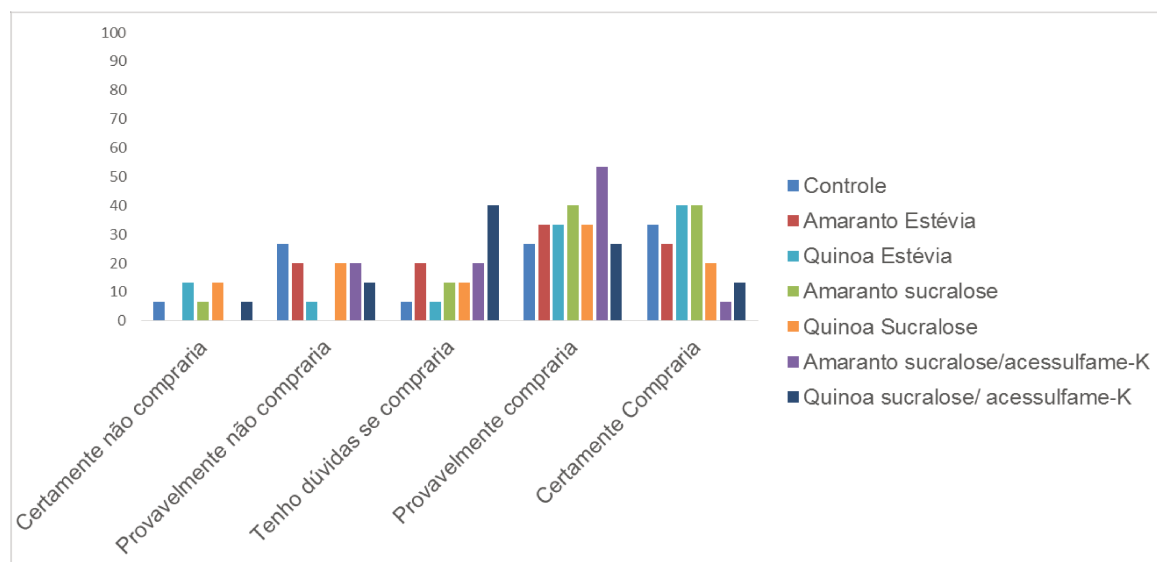


Figura 8: Histograma de Frequência das notas utilizado para avaliação da intenção de compras de consumidores celíacos para as amostras de pão de forma isentos de glúten.

4.CONCLUSÃO

O perfil sensorial dos pães foi influenciado pelos ingredientes adicionados na massa. Assim, pães contendo pseudocereais e edulcorantes foram percebidos com menor intensidade para aromas e sabores de ovo, fermento e polvilho. Além disso, a incorporação de amaranto, quinoa e edulcorantes na massa proporcionou pães mais macios, com coloração de miolo, casca mais intensa e aromas característicos de amaranto e quinoa. No teste de consumidor verificou-se que a amostra de farinha de amaranto com sucralose foi a mais preferida pelos consumidores.

Os resultados desse estudo mostram que é possível a utilização de farinha de pseudocereais e edulcorantes em panificação sem glúten, podendo ser utilizados pela indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. **European Food Research and Technology**, v. 230, p. 437-445, 2010.

ANTON, A. A.; ARTIFIELD, S. D. Hydrocolloides in gluten-free breads: A review. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 11, p. 11-23, 2008.

BAKKER, S. F. et al. Frequent delay of coeliac disease diagnosis in symptomatic patients with type 1 diabetes mellitus: Clinical and genetic characteristics. **European Journal of Internal Medicine**, v. 24, p. 456-460, 2013.

BERNARDI, C. et al. Gluten-free bread formulated with *Prosopis ruscifolia* (vinal) seed and corn flours. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 61, n. 2, p. 245-255, 2010.

BHARGAVA, A.; SHUKLA, S.; OHRI, D. *Chenopodium quinoa* – Na Indian perspective. **Industrial Crops and Products**, v. 23, p. 73-87, 2006.

BRESHEARS, K.L.; CROWE, K. M. Sensory evaluation of gluten-free bread substituted with amaranth and montina™ flour. **Journal of Food Research**, v. 2, n. 4, p. 1-10, 2013.

CALLEJO, M. J. Present situation on the descriptive sensory analysis of bread. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 255-268, 2011.

CAPRILES, V.D.; ARÊAS, J. A. G. Effects of prebiotic inulin-type fructans on structure, quality, sensory acceptance and glycemic response of gluten-free breads. **Food & Function**, v. 4, p. 104-110, 2013.

CAYOT, N. Sensory quality of traditional foods. **Food Chemistry**, v. 101, p. 154-162, 2007.

DAMÁSIO, M.H., COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 31/2, p. 165-178, 1991.

DEWETTINCK, K. et al. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 243-257, 2008.

DIGIACOMO, D. V. *et al.* Prevalence of gluten-free diet adherence among individuals without celiac disease in the USA: results from the Continuous National Health and Nutrition Examination Survey 2009-2010. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, v. 48, p. 921-925, 2013.

DVOŘÁKOVÁ, P.; BUREŠOVÁ, I.; KRAČMAR, S. Textural properties of bread formulations based on buckwheat and rye flour. **ACTA Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v. LX, n. 5, p. 61-68, 2012.

FIORDA, F. A. et al. Amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse in the production of gluten-free pasta: technological and sensory aspects. **International Journal of Food Science & technology**, v. 48, n. 9, p. 1977-1984, 2013.

GENEL, S. G. et al. Clinical Presentation of Celiac Disease Masks Therapeutic Perspectives of Celiac Disease. **Pharmaceutica Analytica Acta**, v. 4, n. 4, p. 228-230, 2013.

HEENAN, S. P. et al. The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions. **Food Research International**, v. 41, p. 989-997, 2008.

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, p. 195-208, 2012.

JASTREBOVA, J.; JÄGERSTAD, M. Novel Fortification Strategies for Staple Gluten-Free Products. In: PREEDY, V. R.; PATEL, V. B.; SRIRAJASKANTHAN, R. **Handbook of food Fortification and Health: From Concepts to Public Health Applications**. New York: Springer, p 307-320, 2013.

KANG, J. Y. et al. Systematic review: worldwide variation in the frequency of coeliac disease and changes over time. **Alimentary Pharmacology and Therapeutics**, v. 38, p. 226-245, 2013.

KELLY, A., MOORE, M.M., ARENDT, E.K. New Product development: the case of gluten-free products. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p. 413-433, 2008.

MACFIE, H. J. et al. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, 4, 129–148, 1989.

MAHMOUD, R. M. et al. Formulations and quality characterization of gluten-free Egyptian balady flat bread. **Annals of Agricultural Science**, no prelo, 2013.

MARCHESE, A. et al. Coeliac disease and type 1 diabetes mellitus: epidemiology, clinical implications and effects of gluten free diet. **Endocrine**, v. 43, p. 1-2, 2013.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: Boca Raton, 3ed., 387p., 2004.

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

MOREIRA, R.; CHENLO, F.; TORRES, M.D. Effect of chia (*Sativa hispanica* L.) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. **LWT-Food Science and Technology**, v. 50, p. 160-166, 2013.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605 p.

NASCIMENTO, A. B. 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, 217-222, 2013.

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, p. 37-46, 2010.

PRIMO-MARTÍN, C. The role of the gluten network in the crispness of bread crust. **Journal of Cereal Science**, v.43, p. 342-352, 2006.

RADLOVIĆ, N. Celiac Disease. **Srpski arhiv za celokupno lekarstvo**, v. 141, n. 1-2, p. 122-126, 2013.

RAHAIE, S. et al. Recent developments on new formulations based on nutrient-dense ingredients for production of healthy-functional bread: a review. **Journal of Food Science and Technology**. 2012 Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs13197-012-0833-6.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2013

RIVERA, E.; ASSIRI, A.; GUANDALINI, S. Celiac Disease. **Oral Disease**, v. 19, n. 7, p. 635-641, 2013.

SAS Institute. **SAS Users Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 2013.

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

SEGUCHI, M. et al. Development of gluten-free bread baked with yam flour **Food Science and Technology Research**, v. 18, n. 4, p. 543-548, 2012.

SHOENLECHNER R.; SIEBENHANDL S.; BERGHOFER E. Pseudocereals. In: ARENDT, E. K.; DAL BELLO, F. **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. USA: Elsevier, p.149-190, 2008.

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

SILVESTER, J; DUERKESEN D. Celiac disease. **Canadian Medical Association Journal**, v. 8, p. 185, 2013.

STIKIC, R. et al. Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd) as an ingredient in bread formulations. **Journal of Cereal Science**, v. 55, p. 132-138, 2012.

STONE, H; BLEIBAUM, R. N.; THOMAS, H. A. **Descriptive Analysis**. Sensory evaluation practices. 4 ed. London: Elsevier, p. 233-289, 2012.

STORCK, C. R. et al. Protein enrichment and its effects on gluten-free bread characteristics. **LWT- Food Science and Technology**, v. 53, p.346-354, 2013.

VALENCIA-CHAMORRO, S.A. **Quinoa**. Encyclopedia of Grain Science, p. 1-8, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B012765490900135X>. Acesso em: 19 ago. 2013.

WAKIM-FLEMING, J. et al. Diagnosis of Celiac Disease in Adults Based on Serology Test Results, without Small-Bowel Biopsy. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, v. 11, p. 511-516, 2013.

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, p. 1820-1827, 2013.

ZANNINI, E. et al. Applications of microbial fermentations for production of gluten-free products and perspectives. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 93, p. 473-485, 2012.

ZIOBRO, R. et al. Influence of inulin on physical characteristics and staling rate of gluten-free bread. **Journal of Food Engineering**, v. 116, p. 21-27, 2013.

Artigo 3: ANÁLISE DE TEMPO-INTENSIDADE E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE PÃES SEM GLÚTEN

Natália Manzatti Machado Alencar¹, Caroline Joy Steel¹, Izabela Dutra Alvim²,
Helena Maria André Bolini¹.

¹Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, CEP: 13083-862, São Paulo, SP, Brasil.

²Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolates (ITAL), Av. Brasil nº2880, Campinas, CEP: 1370-178, São Paulo-SP, Brasil.

RESUMO

A elaboração de pães com farinha sem glúten ainda é um desafio para ciência de alimentos, uma vez que pães sem glúten não apresentam características sensoriais iguais a do pão convencional. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos edulcorantes e pseudocereais em pães de forma isentos glúten. Os parâmetros de qualidade foram avaliados por volume específico, firmeza, cor, atividade de água, composição centesimal, energia bruta, e análise de imagem do miolo dos pães. As propriedades sensoriais foram analisadas a partir do método tempo-intensidade. Os pães elaborados com farinha de amaranto, quinoa e edulcorantes apresentaram volume específico, firmeza, atividade de água, similares ao pão controle (sem pseudocereais e edulcorantes) e maior teor de proteína, lipídeos e cinzas, além de maior área dos alvéolos. Na análise tempo-intensidade aqueles com edulcorantes, não diferiram estatisticamente do pão controle (açúcar demerara) para o estímulo doce, porém, para o estímulo amargo, os pães de quinoa com edulcorante sucralose e sucralose/acessulfame-K apresentaram maior intensidade máxima. Este estudo possibilitou o desenvolvimento de pães sem glúten com pseudocereais e edulcorantes similares à formulação a base controle.

Palavras chave: amaranto, quinoa, doença celíaca.

1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca é considerada multifatorial, pois esta patologia envolve a interação de fatores genéticos e ambientais. É caracterizada por um estado inflamatório no intestino delgado causando achatamento das criptas intestinais e, conseqüentemente, a má absorção de nutrientes (RIVERA; ASSIRI; GUANDALINI, 2013; FRAQUELLI, 2007). A base do tratamento para a doença é a dieta livre de glúten. Assim, alimentos como: trigo, centeio, cevada, aveia e malte são considerados tóxicos para pacientes celíacos (GREGOR; SEY, 2010).

Diante da dieta isenta de glúten, os pacientes celíacos ficam impossibilitados de consumir pães de trigo ou integrais. A substituição do glúten é um grande desafio, e a maioria dos pães disponibilizados no mercado são à base de amidos (ARENT; MOORE, 2006). Em geral, esses pães apresentam grande variabilidade na qualidade sensorial e não são bem aceitos para aroma, sabor e textura por apresentarem maior dureza no miolo (MATOS; ROSELL, 2012). Hoje em dia, os fabricantes de alimentos sem glúten têm investido na utilização de grãos integrais incluindo milho, arroz, sorgo, trigo sarraceno, amaranto, quinoa, pois grande parte deles são excelentes fontes de fibras, ferro e vitamina B (THOMPSON, 2009). Os pseudocereais são vistos como potenciais grãos sem glúten, com excelente perfil de nutrientes capazes de diversificar esse mercado em ascensão (ALVEREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010). Os pseudocereais são ricos em fenólicos e uma boa fonte de antioxidantes. A quinoa e o trigo sarraceno representam as melhores fontes de polifenóis e consistem essencialmente em quercetina, catequinas e glicosídeo kaempferol (ALVEREZ-JUBETE *et al.*, 2010a). Quinoa e amaranto são também considerados fontes substanciais de folato (SCHOENLECHNER *et al.*, 2010).

A escolha de um produto pelo consumidor é determinada por meio da interação de fatores não sensoriais, no caso a saúde pessoal, e fatores sensoriais (JAEGER, 2006). A análise tempo-intensidade permite dimensionar as sensações sensoriais percebidas ao longo do tempo. O método proporciona informações sobre sabor, odor e textura (LAWLESS; HEYMANN, 2010). A análise pode ser

aplicada a diversos produtos para determinar o comportamento de edulcorantes (CADENA; BOLINI, 2011), em estudo com cerveja avaliando sua adstringência (FRANÇOIS *et al.*, 2006), com carne para avaliar a textura (REINBACH *et al.*, 2007), amargor de vinho branco (SOKOLOWSKY; FISCHER, 2012).

Os pacientes celíacos em alguns casos desenvolvem diabetes; assim, existe a necessidade do consumo de alimentos sem glúten e açúcar. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos edulcorantes e pseudocereais em pães de forma sem glúten, por meio de análise-físico química e do perfil de tempo-intensidade em relação à doçura e amargor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

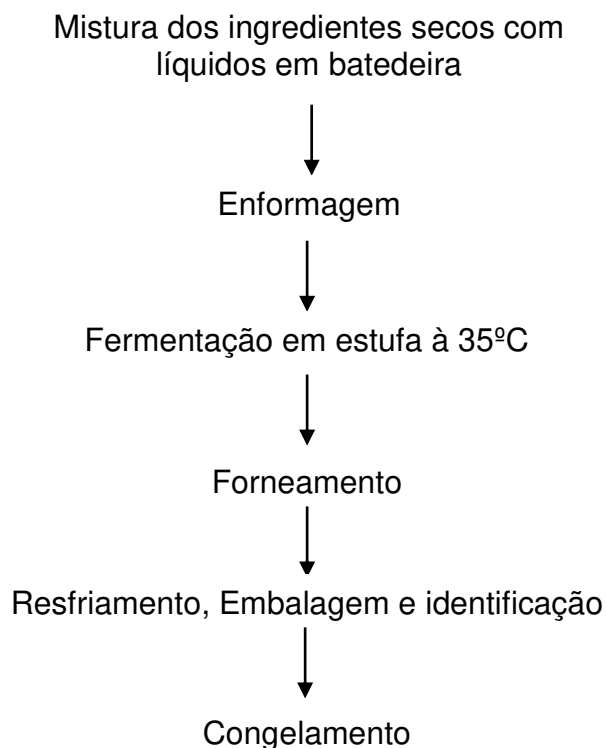
Foram avaliadas sete amostras de pães de forma isentos de glúten e sacarose. Os pães foram preparados substituindo parcialmente a mistura de amidos por farinha de quinoa ou amaranto e a sacarose por edulcorantes: sucralose, estévia e um *blend* de sucralose/acessulfame-K. As formulações foram desenvolvidas no laboratório de Ciência Sensorial e Estudo com Consumidor (Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP). Posteriormente os pães foram fabricados em local especializada na fabricação de pães isentos de glúten, localizada na cidade de Jundiaí, no estado de São Paulo. As formulações foram desenvolvidas da forma usual da área de panificação, em que a soma das farinhas deve ser equivalente a 100%, e os demais ingredientes são calculados com base na quantidade de farinha, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações de pães isentos de glúten e sacarose.

Ingredientes	Controle (%)	Amaranto	Quinoa	Amaranto	Quinoa	Amaranto	Quinoa
		Estévia (%)	Estévia (%)	Sucralose (%)	Sucralose (%)	Sucralose/ acessulfame-K (%)	Sucralose/ acessulfame-K/ (%)
Farinhas	Farinha de arroz	61,64	49,32	49,32	49,32	49,32	49,32
	Fécula de batata	13,68	10,95	10,95	10,95	10,95	10,95
	Fécula de mandioca	20,56	16,43	16,43	16,43	16,43	16,43
	Polvilho azedo	4,12	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
	Farinha integral de amaranto	0	20	0	20	20	0
	Farinha integral de quinoa real	0	0	20	0	20	20
	Total Farinhas	100	100	100	100	100	100
	Açúcar demerara	2,73	0	0	0	0	0
% Base de farinhas	Sucralose	0	0	0	0,01	0,01	0,002
	Estévia	0	0,003	0,003	0	0	0
	Acessulfame	0	0	0	0	0,005	0,005
	Sal	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	Fermento biológico seco	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	Goma xantana	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Ovo líquido pasteurizado	37,67	37,67	37,67	37,67	37,67	37,67
	Óleo de Canola	10,28	10,28	10,28	10,28	10,28	10,28
	Água à 4º C	82,25	82,25	82,25	82,25	82,25	82,25

Os pães de forma foram elaborados seguindo as etapas de mistura dos ingredientes secos com os ingredientes líquidos em batedeira industrial (Perfecta®) na velocidade média, durante 3 minutos. Após esse processo pesou-se 420g de massa em formas de alumínio retangulares para pão (17 x 7 x 6 cm) e foram levados à estufa (Perfecta®) durante 20 minutos à 35º C ajustada à 85% de umidade. Depois disso os pães foram assados em forno rotativo N10 (Perfecta®) à 195ºC por 25 minutos. Em seguida, foram resfriados em temperatura ambiente e desenformados, as amostras foram embaladas em embalagens plásticas

transparentes de propileno, identificadas e congeladas em freezer a -20°C . O Fluxograma 1 exemplifica o processo de fabricação.



Fluxograma 1: Esquema de fabricação dos pães de forma isentos de glúten e sacarose

Para os análises físico-química e sensorial as amostras foram descongeladas em forno elétrico a 100°C por 10 minutos e as análises realizadas em temperatura ambiente.

2.2. Análises físico-química

2.2.1. Volume específico

O volume das amostras foi determinado de acordo com a metodologia da AACC nº10-11(2000a). Os pães foram pesados em balança semi-analítica e o

volume foi medido por meio do deslocamento de sementes de painço. Utilizou-se a relação entre o volume (cm^3) / peso (g) para o cálculo do volume específico (cm^3/g). A análise foi realizada da triplicata.

2.2.2. Firmeza instrumental

O miolo do pão foi avaliado segundo a metodologia da AACC (2000b) nº 74-79, utilizando texturômetro, modelo TA-XT2 e programa *Dimension XTRA*, *Stable Micro Systems*. Os parâmetros para firmeza foram: medida de força e compressão, velocidade do pré-teste: 1,0mm/s, velocidade do ensaio: 1,7mm/s, velocidade pós-teste: 10,00mm/s, compressão 40%, foi utilizado probe cilíndrico com raio (P/36R) com célula de carga de 5 kg. A análise foi realizada utilizando duas fatias sobrepostas, em sextuplicata.

2.2.3. Cor instrumental

A cor dos miolos dos pães foi determinada de acordo com o sistema CIELab. Foram avaliados os parâmetros L (luminosidade), a^* (verde-vermelho) e b^* (azul-amarelo) da cor, em espectrofotômetro, modelo Color Quest II, marca Hunter Lab. O aparelho foi calibrado com iluminante D65, ângulo 10° e modo de calibração RSIN (MINOLTA, 1994).

2.2.4. Atividade de água

A atividade de água foi determinada a partir do miolo do pão de 3 fatias distintas de cada tratamento. Foi utilizado o equipamento Aqualab modelo 3TE (Braseq, Brasil).

2.2.5. Composição centesimal

Os pães foram caracterizados por meio das análises: umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo conforme os métodos: 44-15.02, 46-13.01, 08-01.01, 30-25.01, respectivamente, seguindo a metodologia da AACC (2010). Carboidratos foram calculados por diferença.

2.2.6. Energia bruta

A energia bruta (kJ/g) da amostra foi obtida em triplicata através de bomba calorimétrica modelo Parr 1261.

2.2.7. Análise de imagem do miolo dos pães

Imagens digitais foram capturadas com auxílio de máquina fotográfica digital Sony CyberShot modelo DSC-W570 com 16.1 mega pixels em formato jpeg, e as fatias de pão tinham aproximadamente 1 cm de espessura. No programa *Photo Filtre*, a imagem colorida foi primeiro convertida para escala de cinza. As imagens foram analisadas pelo software *Image J*. Os valores das imagens digitalizadas foram obtidos em pixels e convertidos para centímetros, usando barras de comprimento conhecidos (355 pixels era equivalente a 1 cm). Foram determinados a área média do alvéolo e número de alvéolos por cm².

2.3. Análise de tempo-intensidade

Foi realizada a análise de tempo-intensidade para os estímulos doce e amargo dos pães. A coleta dos dados foi realizada em computador equipado com o software *Time-Intensity Analysis of Food and Tastes* – TIAFT, 2012 (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2012), e selecionados 12 assessores por meio da análise sequencial de Wald (MEILGAARD; CIVILLE;

CARR, 2004). Para selecionar os assessores utilizou-se pães comerciais com 1% de diferença significativa. Os provadores foram treinados com as referências de intensidade máxima para cada estímulo representadas na Tabela 2, com o objetivo de formar a memória sensorial dos participantes. Nessa etapa, os assessores foram familiarizados com o software, e ensinados a registrarem as sensações percebidas na escala do vídeo com precisão e confiabilidade.

Tabela 2: Definições e referências do teste tempo-intensidade para os estímulos avaliados pelos assessores para pão de forma sem glúten e sacarose

Atributos	Definição	Referência
Gosto doce	Gosto característico de solução de sacarose	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo® menos sal – Água. Muito: Torrada levemente doce da marca Bauduco®.
Gosto amargo	Gosto característico de solução de cafeína.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo® menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24g de fécula de batata da marca Yoki®, 36g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.

Foram selecionados 12 assessores com base no poder discriminativo, de repetibilidade e concordância com a equipe (DAMÁSIO & COSTELL, 1991), verificados por meio de análise de variância de dois fatores: $pF_{amostra}$ ($p < 0,50$) e $pF_{repetição}$ ($p > 0,05$) para cada provador em relação a cada parâmetro da curva obtida. Nesta seleção, os provadores realizaram a avaliação dos atributos por meio de apresentação monádica com quatro repetições das amostras de pão controle, amaranto sucralose/acessulfame-K e quinoa estévia, registrando com auxílio do *mouse* a intensidade do atributo em função do tempo percorrido, na

escala de nove pontos (0=nenhum, 4,5=moderado, 9=forte), representado no monitor. Ao ouvir o primeiro sinal do som emitido pelo computador, o assessor levou a amostra a sua boca e registrou a intensidade máxima percebida do atributo sensorial na escala. No segundo sinal, o provador ingeriu a amostra e o terceiro sinal era indicativo do fim do teste. Os parâmetros de tempo utilizados nas etapas de avaliação do estímulo estão descritos na Tabela 3, tendo sido utilizada a escala de 9cm.

Tabela 3: Tempos utilizados para avaliação dos estímulos na análise de tempo-intensidade

Parâmetros	Tempo (segundos)
Espera Inicial	10
Tempo de residência na boca	30
Tempo após a ingestão	60

Os 12 provadores avaliaram as amostras por meio de apresentação em blocos completos balanceados (MACFIE, 1989) de forma monádica em três repetições. Os dados sobre os parâmetros da curva obtidos foram digitados em planilha do programa *Excel for Windows* e analisados pelo programa estatístico SAS (2013). Os parâmetros das curvas avaliados foram: I_{max} – intensidade máxima do estímulo; T_{ima} – tempo em que a intensidade máxima foi registrada; Área – área total sob a curva; T_{tot} – tempo total de duração do estímulo. Os parâmetros foram avaliados através de análise estatística univariada (análise de variância – ANOVA) e teste de médias de Tukey.

2.4. Análises estatísticas

Os resultados das análises físico-químicas foram executados por estatística univariada–ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância. Os cálculos foram realizados utilizando o programa estatístico SAS (2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise físico-químicas

As Tabelas 4 e 5 apresentam as medias para as análises físico-químicas das amostras de pão isento de glúten e sacarose. Foi considerado $p < 0,05$ como diferença significativa entre as amostras em todos os atributos avaliados.

Tabela 4: Médias de volume, firmeza, cor (L, a*, b*), atividade de água e energia bruta de pães isentos de glúten e sacarose

Amostras	Volume específico (g/cm ³)	Firmeza (g)	Coefficiente de Variação (%) de Firmeza	L	a*	b*	Atividade de água	Kcal/100g
Controle	2,55 ^{a,b,c} ±0,02	470,89 ^{a,b,c} ± 76,86	14,90	79,00 ^a ±1,54	0,29 ^c ±0,11	19,16 ^b ±0,35	0,91 ^{a,b} ±0,00	243,12 ^c ± 2,31
Amaranto estévia	2,30 ^c ±0,07	394,76 ^c ±7,33	31,72	75,25 ^{b,c,d} ±1,33	1,12 ^b ±0,11	21,65 ^{a,b} ±1,29	0,91 ^{a,b} ±0,01	248,19 ^{b,c} ±1,95
Quinoa estévia	2,88 ^a ± 0,29	259,33 ^d ± 11,53	4,05	73,43 ^{c,d} ±1,47	0,63 ^{b,c} ±0,27	22,38 ^a ±0,95	0,91 ^{a,b} ±0,00	231,53 ^d ± 1,81
Amaranto sucralose	2,58 ^{a,b,c} ± 0,07	396,01 ^c ± 13,60	3,13	76,98 ^{a,b} ±1,78	1,08 ^b ±0,42	21,91 ^b ±1,78	0,91 ^{a,b} ±0,00	248,85 ^{b,c} ± 1,06
Quinoa sucralose	2,36 ^{b,c} ± 0,06	568,97 ^a ± 85,15	12,97	76,51 ^{a,b,c} ±1,28	0,47 ^{b,c} ±0,20	21,91 ^{a,b} ±1,01	0,92 ^a ±0,00	261,91 ^a ± 2,02
Amaranto sucralose-acessulfame-K	2,65 ^{a,b,c} ± 0,09	546,36 ^{a,b} ± 67,89	11,34	74,13 ^{c,d} ±0,80	1,91 ^a ±0,42	24,20 ^a ±0,79	0,91 ^{a,b} ±0,01	254,17 ^b ± 0,01
Quinoa sucralose-acessulfame-K	2,67 ^{a,b} ±0,03	447,89 ^{b,c} ±43,83	8,93	72,05 ^d ±1,23	1,18 ^{a,b} ±0,36	24,37 ^a ±1,31	0,90 ^b ±0,01	225,98 ^d ±1,80

Nota: Resultados expressos com média ± desvio padrão. Na coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 5: Médias da composição centesimal de pães isentos de glúten e sacarose

Amostras	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídeos (%)	Proteína (%)	Carboidrato * (%)
Controle	43,94 ^{a,b} ± 2,03	1,26 ^c ± 1,27	6,55 ^d ± 0,12	3,44 ^c ± 0,13	44,81
Amaranto estévia	41,51 ^{a,b} ±4,30	1,61 ^{a,b} ±1,60	7,98 ^{a,b} ± 0,41	4,34 ^a ± 0,24	44,56
Quinoa estévia	44,94 ^a ±4,69	1,47 ^b ± 1,47	6,37 ^d ± 0,08	3,70 ^{b,c} ± 0,09	43,52
Amaranto sucralose	41,08 ^{a,b} ± 1,27	1,65 ^a ± 1,65	7,68 ^{b,c} ± 0,11	4,14 ^{a,b} ± 0,08	45,45
Quinoa sucralose	45,04 ^{a,b} ± 3,94	1,45 ^b ± 1,45	7,01 ^{c,d} ± 0,04	3,70 ^{b,c} ± 0,06	42,8
Amaranto sucralose-acessulfame-K	43,91 ^a ± 2,03	1,53 ^{a,b} ±1,53	7,11 ^{b,c,d} ± 0,43	3,97 ^{a,b,c} ± 0,18	43,48
Quinoa sucralose-acessulfame-K	35,38 ^b ±1,75	1,67 ^{a,b} ± 1,67	8,69 ^a ± 0,56	4,37 ^a ± 0,34	49,89

Nota: Resultados da composição centesimal expressos em base úmida, *carboidratos calculados por diferença. Resultados expressos com média ± desvio padrão, na coluna, os valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

3.1.1. Volume específico

Os pães com peso aproximado de 220g apresentaram volume específico no intervalo de 2,30 – 2,88 g/cm³, que podem ser considerados valores baixos de volume. O pão com farinha de quinoa e edulcorante estévia foi o que apresentou maior média de volume específico, porém não foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) das amostras controle, amaranto/sucralose, amaranto/sucralose-acessulfame-K, quinoa/sucralose-acessulfame-K. De acordo com Schober *et al.* (2008), a utilização de hidrocolóides como hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) em pães sem glúten à base de proteínas do milho, produz vários efeitos na massa, mas principalmente aumenta a viscosidade, maciez, além de produzir pães com volume específico em torno de 3,16 ml/g considerado alto pelo autor. O mesmo efeito positivo no volume específico de pães isentos de glúten desenvolvidos com farelo de arroz e HPMC foi observado no trabalho de Phimolsiripol; Mukprasirt; Schoenlechner (2012), no qual os pães apresentaram volume variando de 2,17 à 2,65 g/cm³, e esses resultados são similares aos encontrados neste estudo.

3.1.2. Firmeza instrumental

Os pães desse estudo apresentam formulações a base de amidos. Durante o forneamento ocorre alterações nos grânulos do amido que contribuem para determinar a estrutura do miolo do pão. O aquecimento promove a extensão dos cristais de amilopectina, promovendo o inchaço dos grânulos e alterando as características texturais (PATEL; WANISKA; SEETHARAMAN, 2005). Além disso, o ovo é considerado um ingrediente importante em formulações de pães sem glúten, pois promove miolos mais macios, quando comparados a pães formulados sem ovo que apresentam menor elasticidade e maior firmeza (MILDE; RAMALLO; PUPPO, 2012). Assim, a formulação a base de amidos e a utilização de ovo na elaboração dos pães pode ter contribuído para maciez do miolo. Os resultados de firmeza variaram de 259,33 a 470,89 g. Observou-se que os pães com farinha de amaranto e edulcorantes sucralose e estévia e farinha de quinoa e estévia

apresentaram menor os valores firmeza. Lazaridou *et al.* (2007) e Hager; Arent (2013) observaram que a goma xantana produz um efeito de fortalecimento na estrutura do miolo de pães sem glúten, ou seja, os pães suplementados com goma xantana apresentaram aumento da firmeza e dureza. Torbica *et al.* (2010) verificou que o aumento da concentração de farinha de trigo sarraceno em pães sem glúten não afetou significativamente a dureza e as demais propriedades de textura do produto. O mesmo foi observado por Tsatsaragkou (2012), que observou que a incorporação de farinha de alfarroba em massa de pães isentos de glúten não influenciou a firmeza das amostras.

3.1.3. Cor instrumental

A cor de pães é considerada um fator muito importante para comercialização do produto, e é influenciada pelos ingredientes que compõe a formulação e pelas condições de forneamento (SILVA *et al.*, 2009). A cor é um dos atributos de qualidade mais importantes para influenciar as escolhas alimentares, as percepções, as compras e o comportamento dos consumidores. No sistema CIELAB, no parâmetro a^* , os valores positivos referem-se para cores avermelhadas e, negativos, para cores esverdeadas. Enquanto no parâmetro b^* , os valores positivos estão relacionados à cor amarela e negativos para cor azul. L^* é a medição da luminosidade, que pode ser considerada a escala de cinza (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013).

A análise instrumental de cor mostrou que as amostras apresentaram médias variando de 72,05-79,00 para o parâmetro L^* . Assim, os pães são caracterizados por tons de cor mais clara. Esse resultado era esperado, uma vez que as formulações de pães sem glúten são produzidas a partir de farinha de arroz e outros amidos. Brites *et al.* (2010) obtiveram valores maiores de L^* variando de 65,6 a 71,1, para broas sem glúten produzidas à base de diferentes variedades de milho. O resultado semelhante foi observado por Matos e Rosell (2013), que observou valores de L^* variando de 62,24 - 81,50 em pães sem glúten a base de farinha de arroz. O parâmetro a^* apresentou médias baixas para todos

os pães, podendo afirmar que os pães tinham pouca coloração vermelha. As amostras com os edulcorantes estévia, sucralose-acessulfame-K e farinha de quinoa e sucralose, foram caracterizadas por maiores médias estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) dos pães controle e com farinha de amaranto sucralose. Assim, os pães com os edulcorantes estévia, sucralose-acessulfame-K e farinha de quinoa e sucralose apresentavam maior intensidade da cor amarela. As médias para os parâmetros a^* e b^* encontradas no presente estudo são semelhantes a outros pães sem glúten com pseudocereais (trigo sarraceno, amaranto, quinoa) encontrados na literatura, os quais são caracterizados pelo amarelecimento do miolo comparado ao pão controle (WRONKOWSKA; HAROS; SORAL-ŚMIETANA, 2013; ALVAREZ-JUBETE *et al.*, 2010b).

3.1.4. Atividade de água

A atividade de água variou de 0,90 a 0,92 nos pães desenvolvidos. A amostra produzida com farinha de quinoa e edulcorante sucralose pode ser destacada com menor média ($0,90 \pm 0,01$) e diferente estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais pães. Esses resultados seguem a mesma tendência do resultado de umidade, no qual o mesmo pão foi diferente ($p < 0,05$) dos demais por apresentar menor teor de água. Os hidrocolóides apresentam a capacidade de maior retenção de água, porém a utilização de goma xantana em pães sem glúten não afeta a atividade de água desse produto (LAZARIDOU *et al.*, 2007). Mariotti; Pagani; Lucisano (2013), apresentaram valores para atividade de água em torno de 0,99-0,98 para pães sem glúten com 40% de farinha de trigo sarraceno em sua composição, resultados superiores ao desse estudo. Conforme relatado por REID; FENNEMA (2010) o pão elaborado com farinha trigo apresenta geralmente a faixa de atividade de água de 1,0 - 0,95, sendo um ambiente propício para o crescimento de *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Proteus*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Clostridium perfringens* e alguns fungos. Os resultados descritos para atividade de água se encontram abaixo dessa faixa descrita pelos autores.

3.1.5. Energia bruta

A maior parte da energia do pão é proveniente dos amidos. Cem gramas de pão branco fornece 219 kcal, enquanto o pão integral fornece para a mesma quantidade 217 kcal (O'CONNOR, 2012). Os valores calóricos dos pães variaram de 231,43 à 254,17 kcal. Os pães de farinha de quinoa com edulcorante estévia e sucralose-acessulfame-K foram as amostras que apresentaram menor calorias, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos outros pães.

3.1.6. Composição centesimal

Ao analisar a tabela com os resultados de composição centesimal, observa-se que os pães com farinha de amaranto e quinoa e edulcorante apresentaram maiores valores ($p < 0,05$) de cinzas. Os pães produzidos com farinha de amaranto e estévia e os com quinoa e sucralose-acessulfame-K apresentaram maior teor de lipídeos, sendo estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) das outras amostras. De acordo com Sanz-Penella *et al.* (2013) a incorporação de 10% ou mais de farinha de amaranto em pães, aumenta significativamente o teor de proteínas, lipídeos e cinzas e diminui o conteúdo de amido. Os maiores teores ($p < 0,05$) de proteína foram encontrados em todos os pães produzidos com farinha de amaranto e no pão com farinha de quinoa com edulcorante sucralose. Recentemente, Segura; Rosell (2011) apresentaram a composição nutricional de 11 tipos de pães sem glúten que continham 0,91-15,05% de proteínas, 2,00-26,10% de lipídeos, 1,10-5,43% de minerais e 68,42-92,96 de carboidratos, mostrando um perfil nutricional similar ao deste estudo. Observou-se que neste estudo os pães apresentaram 42,8 – 49,89 % de carboidratos, devido aos pães sem glúten serem principalmente à base de carboidratos. Os principais componentes da formulação de pão sem glúten são as farinhas e amidos (MATOS, ROSELL, 2013). De acordo com alguns estudos, as proteínas do amaranto e quinoa contém elevadas quantidades de alguns aminoácidos essenciais. Além disso, são ricos em ácidos graxos sendo os principais palmítico, oleico e linoleico, podendo ser consideradas superiores

quando comparado aos outros cereais (VENSKUTONIS; KRAUJALIS, 2013, LIM, 2013; HOUBEN; HÖCHSTÖTTER; BECKER, 2012).

3.1.7. Análise de imagem

A análise de imagem da estrutura do miolo dos pães (Figura 1) indica que as formulações com amaranto e quinoa apresentam um menor número de alvéolos com maior área ($p < 0,05$) sendo inversamente proporcional ao controle como pode ser observado na Tabela 6. No presente estudo observou-se que a área total dos alvéolos variou de 1,99 à 4,25 mm²/cm², no qual está em concordância ao descrito por Cauvin; Young (2009), que os alvéolos devem ter tamanhos em média de 1 à 4 mm. Assim, a formação dos alvéolos torna-se importante para o crescimento do pão no momento do forneamento. E os alvéolos presentes nos pães são considerado um fator importante na aparência e também aceitação pelos consumidores.

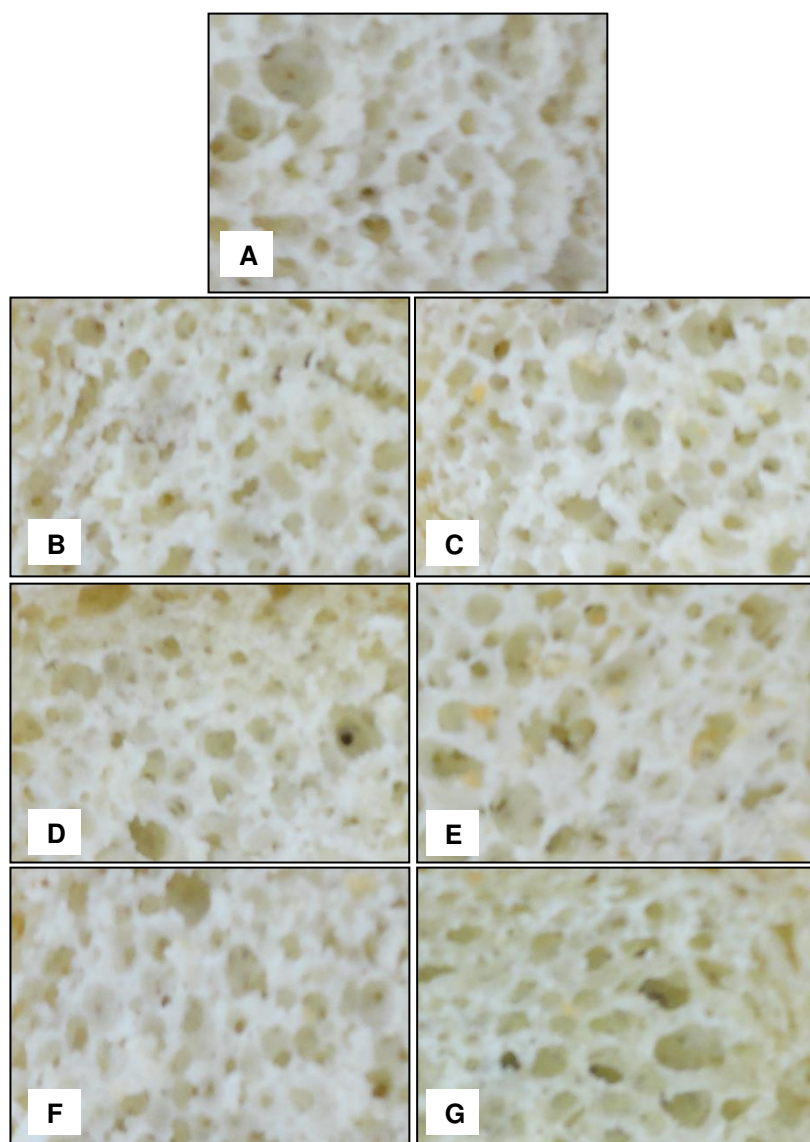


Figura 1. Imagens digitais dos miolos de pães sem glúten. A – Controle; B – Amaranto/sucralose; C – Quinoa/sucralose; D – Amaranto/estévia; E – Quinoa/estévia F - Amaranto (Sucralose/acessulfame – K); G – Quinoa (Sucralose/acessulfame – K). Todas as imagem feitas no mesmo aumento de 20X.

A utilização de farinha de trigo sarraceno, amaranto e quinoa proporciona estrutura de alvéolos maiores nos pães em comparação ao pão sem glúten com formulação à base de amidos (ALVAREZ-JUBETE *et al.*, 2010). O mesmo foi observado nos pães elaborados com farinha de quinoa em comparação ao pão controle, que apresentaram alvéolos estatisticamente maiores aos demais pães. A substituição de farinha de arroz por leite em pó, farinha de castanha, goma

xantana e inulina, promove na massa o aumento da área dos alvéolos e diminuição do seu número total no pão (GALLAGHER; GORMLEY; ARENDT, 2003a; DEMIRKESEN; SUMNU; SAHIM, 2013; GALLAGHER *et al.*, 2003b; ZIOBRO *et al.*, 2013; SCIARINI *et al.*, 2010). Esses ingredientes também podem ter contribuído para formação de alvéolos maiores em conjunto com a farinha de quinoa. No entanto, de acordo com Matos; Rosell, (2012b) existe uma grande variabilidade entre as estruturas dos pães sem glúten. Alguns apresentam área de alvéolo maior, enquanto outros maior número de alvéolos. Isso ocorre pela diversidade de ingredientes que são adicionados na massa. Quando se compara o número de alvéolos de pães sem glúten com substituição parcial por farinha de quinoa, amaranto e trigo sarraceno com pães produzidos com farinha de trigo, observa-se que o número de alvéolos daqueles é menor que o destes. Dessa maneira, pães com farinha de trigo tem sua massa menos densa e maior volume específico (HAGER *et al.*, 2012).

Tabela 6: Análise de imagem dos miolos dos pães isentos de glúten e sacarose

Amostras	Número de alvéolos por cm ²	Área total dos alvéolos mm ² /cm ²
Controle	67,79 ^a	1,99 ^e
Amaranto sucralose	57,35 ^{a,c,d}	2,66 ^{b,c,d,e}
Quinoa sucralose	48,03 ^{c,e}	3,35 ^{a,b}
Amaranto estévia	56,86 ^{a,b,c}	2,79 ^{b,c,d,e}
Quinoa estévia	42,54 ^e	4,25 ^a
Amaranto sucralose-acessulfame-K	61,02 ^{a,b}	2,13 ^{b,c,d,e}
Quinoa sucralose-acessulfame-K	50,50 ^{b,d,e}	3,30 ^{a,b}

Nota: Resultados expressos com média. Na coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.2. Análise tempo-intensidade

3.2.1. Análise de tempo-intensidade para gosto doce

Foram selecionados 11 assessores para a análise de tempo-intensidade. Os níveis de significância de (p) em função da discriminação das amostras e repetibilidade estão expressos nas tabelas 7 e 8, respectivamente.

Tabela 7: Níveis de significâncias (p) para assessores em função da discriminação das amostras para estímulo doce.

Provadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I_{max}	0,007	0,38	0,05	<u>0,56</u>	0,04	<u>0,55</u>	0,24	0,49	<u>0,88</u>	<u>0,56</u>	<u>0,53</u>
T_{max}	0,14	0,06	<u>0,77</u>	<u>0,92</u>	0,35	0,03	0,23	0,005	<u>0,93</u>	<u>0,82</u>	0,44
T_{total}	0,005	<u>0,84</u>	0,41	0,11	<u>0,69</u>	0,17	<u>0,58</u>	0,14	0,3	<u>0,73</u>	0,15
Area	0,13	0,45	0,02	0,27	0,43	<u>0,73</u>	0,16	0,19	0,31	<u>0,54</u>	<u>0,92</u>

Nota: I_{max}: intensidade máxima; T_{max}: Tempo da intensidade máxima; T_{total}: tempo total.

Tabela 8: Níveis de significâncias (p) para assessores em função da repetibilidade das amostras para estímulo doce.

Provadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I_{max}	<u>0,001</u>	0,05	0,12	<u><0,001</u>	0,69	0,28	0,06	0,19	0,81	0,49	0,07
T_{max}	<u>0,03</u>	0,22	0,09	<u><0,001</u>	0,5	<u>0,009</u>	0,61	0,47	0,85	0,003	<u>0,04</u>
T_{total}	<u>0,002</u>	<u>0,02</u>	0,33	<u>0,006</u>	0,86	0,05	0,85	0,53	0,89	0,67	0,09
Area	<u>0,005</u>	0,08	0,13	<u><0,001</u>	0,71	0,37	0,86	0,23	0,03	0,84	0,46

Nota: I_{max}: intensidade máxima; T_{max}: Tempo da intensidade máxima; T_{total}: tempo total.

A tabela 9 mostra a comparação das médias das amostras de pão para cada parâmetro da curva.

Tabela 9: Médias dos parâmetros das curvas de tempo-intensidade para o estímulo doce a partir de amostras de pães sem glúten e sacarose

Atributo	Intensidade máxima	Tempo da intensidade máxima	Tempo total	Área
Controle	5,01 ^a	25,91 ^a	43,11 ^a	136,35 ^a
Amaranto Estévia	4,92 ^a	28,25 ^a	45,06 ^a	141,66 ^a
Quinoa Estévia	5,15 ^a	28,55 ^a	45,98 ^a	148,51 ^a
Amaranto Sucralose	4,60 ^a	27,14 ^a	42,78 ^a	122,67 ^a
Quinoa Sucralose	4,84 ^a	26,09 ^a	46,37 ^a	142,97 ^a
Amaranto sucralose acessulfame-K	4,81 ^a	27,68 ^a	44,38 ^a	131,99 ^a
Quinoa sucralose-acessulfame-K	4,85 ^a	27,26 ^a	46,37 ^a	131,75 ^a
DMS	0,84	4,28	5,51	32,07

Nota: Resultados expressos com média. Na coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Foi possível observar que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras para os parâmetros I_{max} e T_{max} , T_{total} , Área. No caso, a amostra controle produzida com açúcar demerara, em relação aos pães com edulcorantes como substituto, apresentaram intensidade máxima similares para o estímulo doce.

A Figura 2 representa a tendência do perfil para o estímulo doce registrados pelos assessores. Os resultados encontrados para os edulcorantes sucralose, estévia e sucralose/acessulfame-k apresentaram potencial substituição para sacarose por meio da semelhança nas curvas de tempo-intensidade. Diferente dos resultados obtidos nesse estudo *Morais et al.*(2013), que avaliou o perfil de tempo-intensidade de pães sem glúten com substituto de açúcar (prebióticos e edulcorantes). Verificou que o pão desenvolvido com açúcar demerara foi percebido pelos assessores, com doçura mais intensa seguido de pães adicionados de frutooligossacarídeos, que apresentaram um comportamento de percepção de doçura similar ao longo do tempo do teste.

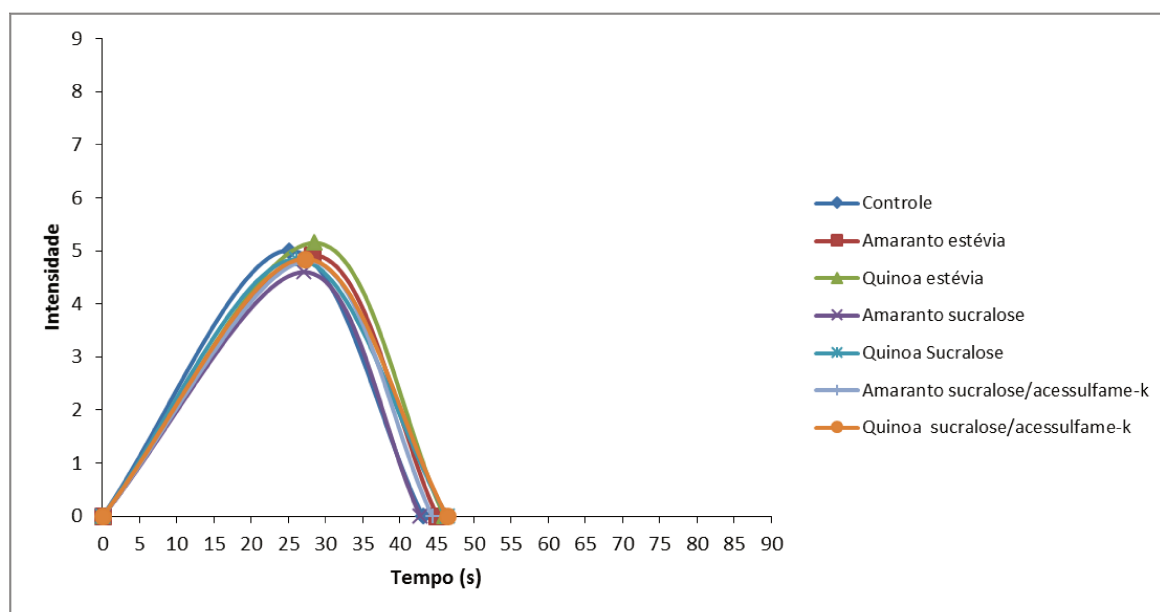


Figura 2: Curvas de tempo-intensidade para estímulo do gosto doce de pães sem glúten e sacarose.

3.2.2. Análise de Tempo-intensidade para gosto amargo

Foram selecionados 11 assessores para a análise de tempo-intensidade. Os níveis de significância de (p) em função da discriminação das amostras e repetitividade estão expressos nas Tabelas 10 e 11, respectivamente.

Tabela 10: Níveis de significâncias (p), para assessores em função da discriminação das amostras para estímulo amargo

Provadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I_{max}	0,0004	0,0163	0,0433	<u>0,8498</u>	<u>0,6553</u>	0,0122	0,3288	0,2004	0,3902	0,0651	0,0403
T_{imax}	<u>0,865</u>	0,1554	<u>0,7701</u>	0,3883	<u>0,7193</u>	0,2844	0,3014	0,2168	0,3726	0,4774	0,2065
T_{total}	0,2264	0,0077	<u>0,7566</u>	<u>0,6378</u>	<u>0,5612</u>	0,0109	<u>0,5743</u>	0,0787	<u>0,7173</u>	0,0883	0,1286
Área	0,004	0,0015	0,016	<u>0,8163</u>	<u>0,6136</u>	0,0045	0,3669	0,2998	0,3407	0,1284	0,0165

Nota: I_{max}: intensidade máxima; T_{imax}: Tempo da intensidade máxima; T_{total}: tempo total.

Tabela 11: Níveis de significâncias (p) para assessores em função da repetibilidade das amostras para estímulo amargo

Provadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I_{max}	<u>0,0063</u>	<u>0,0205</u>	0,1071	0,0976	0,8908	0,1184	0,7836	<u>0,0209</u>	0,5852	0,8842	0,2922
T_{imax}	0,1382	0,24	0,2818	<u>0,0355</u>	0,5825	0,1142	<u>0,0041</u>	0,2344	0,8809	0,8828	0,6277
T_{total}	0,3537	0,3641	0,2853	0,2591	0,7514	0,0133	0,9199	<u>0,002</u>	0,8862	0,6825	0,8215
Área	<u>0,0089</u>	0,1764	0,2344	0,8666	0,7507	0,0755	0,8744	<u>0,0011</u>	0,8795	0,9135	0,5477

Nota: I_{max}: intensidade máxima; T_{imax}: Tempo da intensidade máxima; T_{total}: tempo total.

A tabela 12 mostra a comparação das médias dos parâmetros das curvas de tempo-intensidade registrados para o estímulo amargor. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o tempo da intensidade máxima entre os pães. Os pães com farinha de quinoa e edulcorante sucralose e sucralose-acessulfame-k foram percebidos com maior intensidade máxima para o estímulo comparados à amostra controle. Os pães controle, com farinha de amaranto e edulcorantes estévia, sucralose e sucralose-acessulfame-k foram percebidos por uma intensidade menor do estímulo amargo não diferindo estatisticamente entre si.

Tabela 12: Médias dos parâmetros das curvas de tempo-intensidade para o estímulo amargo a partir de amostras de pães sem glúten e sacarose

Atributo	Intensidade máxima	Tempo da intensidade máxima	Tempo total	Área
Controle	3,245 ^d	25,92 ^a	37,67 ^b	86,19 ^c
Amaranto Estévia	4,37 ^{c,d}	26,65 ^a	39,85 ^{a,b}	115,91 ^{a,b,c}
Quinoa Estévia	4,32 ^{b,c}	25,68 ^a	41,39 ^{a,b}	115,13 ^{a,b,c}
Amaranto Sucralose	3,92 ^{c,d}	27,41 ^a	39,58 ^{a,b}	102,16 ^{b,c}
Quinoa Sucralose	5,03 ^{a,b}	26,94 ^a	41,01 ^{a,b}	134,18 ^{a,b}
Amaranto sucralose acessulfame-K	4,06 ^{c,d}	25,96 ^a	39,06 ^{a,b}	102,48 ^{b,c}
Quinoa sucralose-acessulfame-K	5,40 ^a	28,32 ^a	45,23 ^a	147,50 ^a
DMS	0,96	4,98	6,46	35,81

Nota: Resultados expressos com média. Na coluna, valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O pão com farinha de quinoa e edulcorante sucralose-acessulfame-K apresentaram maior intensidade e uma maior duração para o estímulo amargo, não diferindo do pão com farinha de quinoa e edulcorante sucralose como pode ser observado nas curvas da Figura 3. Esse resultado era esperado uma vez que o estímulo amargo percebido pelos assessores pode ser proveniente das saponinas presentes na quinoa e também ao amargor proveniente em alguns edulcorantes. A Figura 3 representa a tendência do perfil para o estímulo amargo registrado pelos assessores.

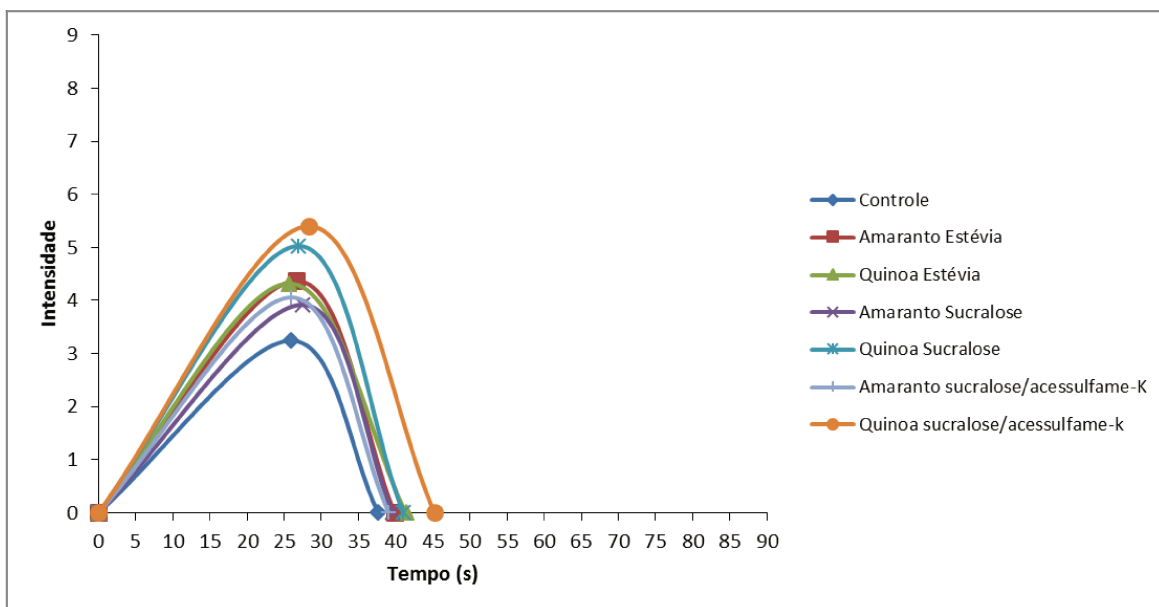


Figura 3: Curvas de tempo-intensidade para estímulo do gosto doce de pães sem glúten e sacarose.

3.2.3 Análise de tempo-intensidade múltipla para pães sem glúten e sacarose

A análise do perfil tempo-intensidade múltiplo permite avaliar as amostras individualmente em relação a 2 ou mais estímulos simultaneamente no mesmo gráfico. Observa-se na Figura 4 que, com exceção dos pães de quinoa sucralose e sucralose-acessulfame-K, o estímulo doce foi percebido em maior intensidade pelos assessores. No entanto, a utilização dos edulcorantes mostrou uma maior duração do estímulo, sugerindo uma doçura residual para as amostras. Enquanto, os pães de quinoa com edulcorantes sucralose e sucralose/acessulfame-K foram percebidos com maior intensidade de amargor.

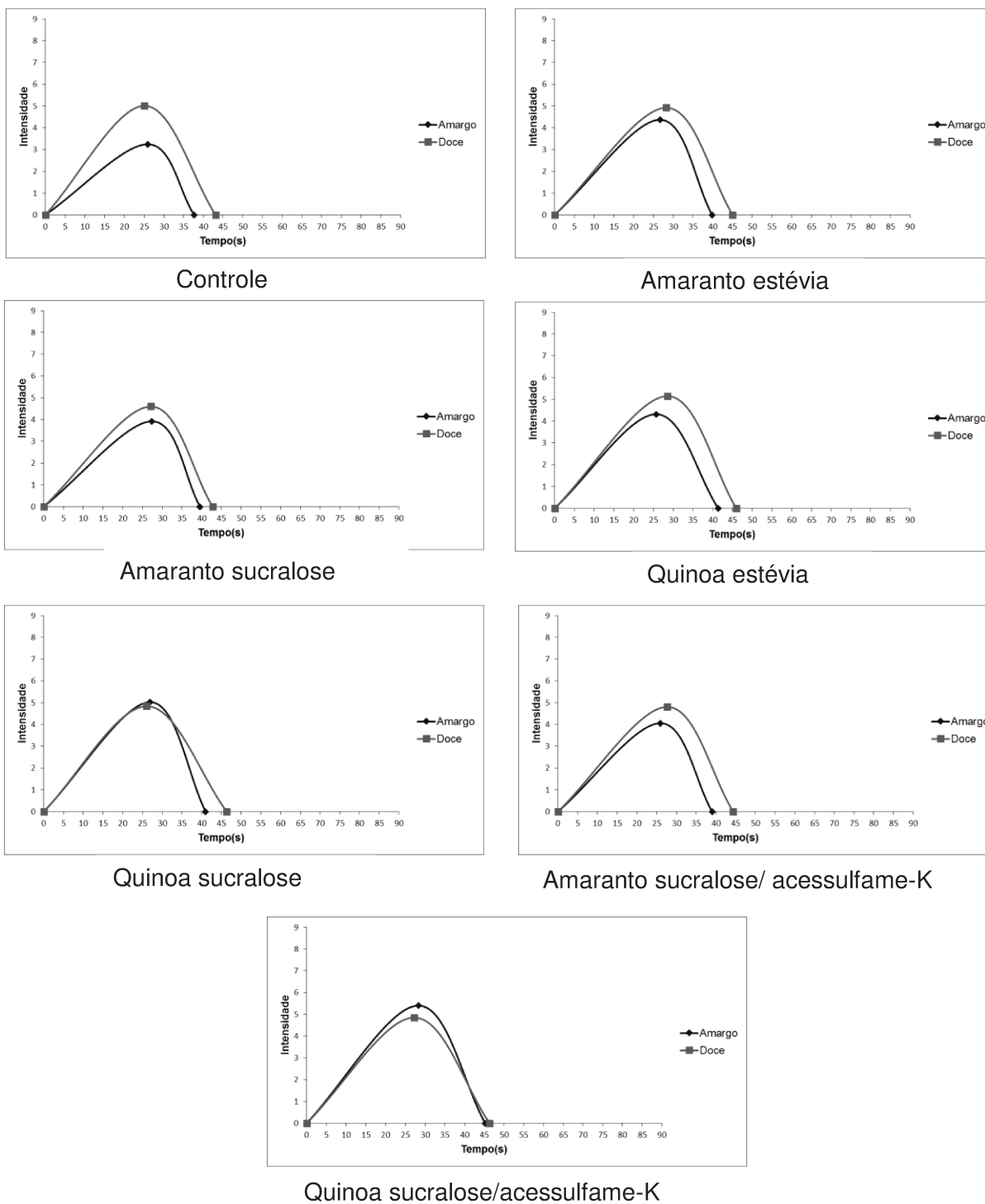


Figura 4: Curvas do perfil múltiplo de tempo-intensidade para estímulo do gosto doce e amargo de pães sem glúten e sacarose.

4. CONCLUSÃO

Os pães elaborados com pseudocereais e edulcorantes apresentaram volume específico, firmeza e atividade de água similares à formulação controle. De modo geral, observou-se que os pães com amaranto e quinoa apresentaram maior quantidade de proteínas, lipídeos e cinzas, melhorando seu perfil nutricional.

Os pães desenvolvidos com açúcar demerara e edulcorantes apresentaram um comportamento para percepção de doçura similar. Em relação à percepção do gosto amargo, os pães de quinoa com edulcorantes sucralose e sucralose-acessulfame-K apresentaram maior intensidade para esse estímulo. Porém, na análise de perfil múltiplo de tempo-intensidade, a doçura foi percebida em maior intensidade pelos assessores com exceção dos pães elaborados com farinha de quinoa e edulcorantes sucralose e sucralose/acessulfame-K.

A utilização de amaranto, quinoa e edulcorantes mostrou-se eficiente no desenvolvimento dos pães sem glúten. A pesquisa possibilitou o desenvolvimento de pães sem glúten para uma população específica, ou seja, para os celíacos, diabéticos ou ambos.

REFERÊNCIAS

AACC. Approved methods of the AACC (8th ed). St. Paul, MN: American Association of cereal chemists. Method nº 10-11, 2000.

AACC. Approved methods of the AACC (8th ed.). St. Paul, MN: American Association of cereal chemists. Method nº 74-09, 2000.

ALVAREZ-JUBETE, L. et al. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. **European Food Research and Technology**, v. 230, p. 437-445, 2010a.

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

ARENT, E. K.; MOORE, M. M. Gluten- Free Cereal- Based Products. In: HUI, Y. H. *et al.* **Bakery Products: Science and Technology**, Wiley-Blackwell, 2006, p.471-495.

BRITES, C. et al. Maize-based gluten-free bread: Influence of processing parameters on sensory and Instrumental Quality. **Food Bioprocess Technology**, v. 3, p. 707-715, 2010.

CADENA,R, S.; BOLINI, H. M. A. Time-intensity analysis and acceptance test for traditional and light vanilla ice cream. **Food Research International**, v. 44, p. 677-683, 2011.

CAUVAIN, S.P.; YOUNG, L.S. **Tecnologia da Panificação**. 1.ed. Ed. Manolê. 2009. 417p.

DAMÁSIO, M.H., COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 31/2, p. 165-178, 1991.

DEMIRKESEN, I.; SUMNU, G.; SAHIM, S. Image analysis of gluten-free breads prepared with chestnut and rice flour and baked in different ovens. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 1749-1758, 2013.

REID, D. S. FENNEMA, O. R. Componentes principais dos alimentos: água e gelo. In: DAMODARAM, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 2010. Parte 1, p. 25-75.

FRANÇOIS, N. et al. Beer astringency assessed by time-intensity and quantitative descriptive analysis: Influence of pH and accelerated aging. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 445-452, 2006.

FRAQUELLI, M. Coeliac Disease. In: MACONI, G.; BIANCHI, G. **Ultrasound of the Gastrointestinal Tract**, Springer Berlin Heidelberg, 2007, p. 85-91.

GALLAGHER, E. et al. The effect of dairy and rice powder addition on loaf and crumb characteristics, and on shelf life (intermediate and long-term) of gluten-free breads stored in a modified atmosphere. **European Food Research and Technology**, v. 218, p. 44-48, 2003b.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 153-161, 2003a.

GREGOR, J.; SEY, M. S. L. Celiac disease: Diagnosis, treatment and prognosis. In: MCDONALD J. W. D. et al. **Evidence-Based Gastroenterology and Hepatology**. Oxford, UK, Wiley-Blackwell, 2010, p. 201-2010.

HAGER, A. 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.

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 bread based on rice, maize, teff and buckwheat. **Food Hydrocolloids**, v. 32, p. 195-203, 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 Technology**. 235, p. 333-344, 2012.

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, p. 195-208, 2012.

JAEGER, S. R. Non-sensory factors in sensory science research. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 132-144, 2006.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Time-Intensity Methods. In: -. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. New York, Springer, 2010, p.179-201.

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

LIM, T. K. Chenopodium quinoa. **Edible Medicinal And Non-Medicinal-Plants**, v. 5, p.115-131, 2013.

MACFIE, H. J. H. Assessment of the sensory properties of food. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, 129-148, 1989.

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, p. 393-400, 2013.

MATOS, E. M.; ROSELL, C. M. Relationship between instrumental parameters and sensory characteristics in gluten-free bread. **European Food Research Technology**, v. 235, p. 107-117, 2012.

MATOS, M. E.; ROSELL, C. M. Quality Indicators of Rice-Based Gluten-Free Bread-Like Products: Relationships Between Dough Rheology and Quality Characteristics. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 2331-2341, 2013.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: Boca Raton, 3ed., 387p., 2004.

MILDE, L. B.; RAMALLO, L. A.; PUPPO, M. C. Gluten-free bread based on tapioca starch: texture and sensory studies. **Food Bioprocess Technology**, v. 5, p. 888-896, 2012.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Osaka: MINOLTA Co. Ltd., 49 p., 1994.

MORAIS, E. C. et al. Gluten-free bread: multiple time-intense analysis, physical characterization and acceptance test. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 48, n. 10, p. 2176-2184, 2013.

O'CONNOR, A. An overview of the role of bread in the UK diet. **Nutrition Bulletin**, v. 37, p. 193-212, 2012.

PATEL, B. K.; WANISKA, R. D.; SEETHARAMAN, K. Impact of different baking processes on bread firmness and starch properties in breadcrumb. **Journal of Cereal Science**, v. 42, p. 173-184, 2005.

PATHARE; P. B; OPARA; U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36-60, 2013.

PHIMOLSIRIPOL, Y.; MUKPRASIRT, A.; SCHOENLECHNER, R. Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. **Journal of Cereal Science**, v. 56, p. 389-395, 2012.

REINBACH, H. C. et al. Interactions between oral burn, meat flavor and texture in chili spiced pork patties evaluated by time-intensity. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 909-919, 2007.

RIVERA, E.; ASSIRI, A.; GUANDALINI, S. Celiac Disease. **Oral Disease**, v. 19, n. 7, p. 635-641, 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, p. 679-685, 2013.

SAS Institute. **SAS Users Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 2013.

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

SCHOENLECHNER, R. et al. Pseudocereals as alternative for high folate content in staple foods. **Journal of Cereal Science**, v. 52, p. 475-479, 2010.

SCIARINI, L. S. et al. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. **International Journal of Food Science & 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, p. 224-230, 2011.

SILVA, L. H. et al. Desenvolvimento de pão de forma com adição de farinha de "okara". **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 315-322, 2009.

SOKOLOWSKY, M.; FISCHER, U. Evaluation of bitterness in white applying descriptive analysis, time intensity analysis, and temporal dominance of sensations analysis. **Analytical Chimica Acta**, v. 732, p. 46-52, 2012.

THOMPSON, T. The Nutritional Quality of Gluten-Free Foods. In: GALLAGHER, E. **Gluten-Free Food Science and Technology**. Oxford, UK, Wiley-Blackwell, 2009, p. 42-51.

TORBICA, A. et al. Rheological, textural, and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. **Food Hydrocolloids**, v. 24, p. 626-632, 2010.

TSATSARAGKOU, K. et al. Mathematical approach of structural and textural properties of gluten free bread enriched with carob flour. **Journal of Cereal Science**, v. 56, p. 603-609, 2012.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Helena Maria Andre Bolini., 2012. **Time-Intensity Analysis of Flavors and Tastes - TIAFT**: software. Registro nº 12445-5, 03 jan. 2012, 27 mar. 2012. Revista da Propriedade Industrial, p. 178. Rio de Janeiro, n. 2151.

VENSKUTONIS, P.R.; KRAUJALIS, P. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, p. 381-412, 2013.

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

ZIOBRO, R. et al. Influence of inulin on physical characteristics and staling rate of gluten-free bread. **Journal of Food Engineering**, v. 116, p. 21-27, 2013.

ARTIGO 4: MAPA DE PREFERÊNCIA EXTERNO E ANÁLISE PLS DE PÃES SEM GLÚTEN

Natália Manzatti Machado Alencar, Helena Maria André Bolini.

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas,
Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas, CEP: 13083-862, São Paulo, SP,
Brasil

RESUMO

As análises estatísticas multivariadas geradas por meio de regressão por mínimos quadrados parciais auxiliam no desenvolvimento de novos produtos, sendo capaz de prever as amostras mais preferidas e caracterizar o produto por meio dos direcionadores de preferência. Atualmente existe uma oferta limitada de produtos sem glúten no mercado. Assim, entender as preferências e seus direcionadores é uma estratégia importante no desenvolvimento de pães sem glúten e sacarose. O objetivo deste estudo foi identificar os direcionadores de preferência de pães sem glúten e sacarose. Foi realizado um estudo de consumidor com 120 pessoas. Obteve-se o perfil sensorial por meio da ADQ com 12 assessores treinados. Para identificar os direcionadores de preferência foi utilizado o PLS e mapa de preferência externo para indicar as amostras mais preferidas. Os atributos aroma e sabor de amaranto contribuíram positivamente para aceitação dos consumidores, enquanto a cor marrom da casca, o aroma e o sabor de quinoa contribuíram negativamente para aceitação dos consumidores. No mapa de preferência externo observou-se que as amostras com amaranto e edulcorantes sucralose, estévia e sucralose-acessulfame-K foram mais aceitas pelos consumidores. Os pães com quinoa e edulcorantes sucralose, estévia e sucralose-acessulfame-K foram os menos preferidos. Além disso estas últimas, foram as amostras que apresentaram direcionadores que influenciaram negativamente na aceitação do produto. A utilização de amaranto em formulações de pães sem glúten foram mais preferidas pelos consumidores, além do aroma e do sabor de amaranto serem direcionadores de preferência que afetam positivamente na escolha do consumidor, e contribuírem para enriquecer o valor nutricional dos pães.

Palavras-chave: dieta livre de glúten, amaranto, quinoa, pão.

1. INTRODUÇÃO

Na elaboração e desenvolvimento de produtos é necessário entender as preferências dos consumidores. Assim o mapa de preferência externo é uma ferramenta capaz de prever as amostras mais e menos preferidas pelos consumidores, de forma a contribuir para as decisões relativas ao desenvolvimento de novos produtos, pois oferece maior detalhamento das características sensoriais das amostras e proporciona maior detalhamento em relação ao estudo de qualidade do produto, o que pode contribuir para as decisões da indústria de alimentos (LOSÓ *et al.*, 2012; Delgado; Guinard, 2012; KLEEF; TRIJP; LUNING, 2006). O mapa de preferência externo posiciona, no plano multidimensional, os atributos sensoriais dos produtos abordados na análise descritiva quantitativa e os consumidores em relação à aceitação do produto (NUNES *et al.*, 2012). A aplicação de análise multivariada como o método de mínimos quadrados parciais (PLS) em análise de alimentos permite uma potencial avaliação dos resultados de análise sensorial, além de poder ser utilizado para implementar e monitorar o desenvolvimento de produtos e a qualidade de matéria prima a ser utilizada (SILVA *et al.*, 2012) e apresenta os direcionadores de preferência, caracterizando assim o produto (PLAEHM, LUNDAHL, 2006).

A doença celíaca é uma patologia auto imune com associação genética aos genes HLA, que é desencadeada pelo consumo de glúten. A gliadina presente no glúten é um estímulo para o processo pró-inflamatório que promove atrofia das vilosidades intestinais. A sua exclusão da dieta diminui os sintomas e melhora a qualidade de vida dos indivíduos celíacos (FASANO, SHEA-DONOHUE, 2005). Em alguns casos, pacientes com doença celíaca desenvolvem diabetes mellitus tipo 1 (DM1) que pode acometer cerca de 4,8% de crianças e adolescentes (BAPTISTA *et al.*, 2005). A doença celíaca exige uma dieta livre de glúten, tornando-se uma condição necessário ao longo da vida do paciente e pode ocasionar importantes repercussões na qualidade de vida (MARCHESE *et al.*, 2013). A oferta de alimentos livres de glúten no mercado é limitada, bem como a descrição detalhada dos ingrediente na lista de alimentos. Seguir uma dieta isenta de glúten é considerada uma difícil tarefa (HALL; RUBIN; CHARNOCK, 2013). Os

produtos isentos de glúten não satisfazem totalmente a aceitação pelos celíacos, sendo a aparência melhor aceita do que o sabor (MAZZEO *et al.*, 2013). Os atributos sensoriais aparência, maciez, doçura, cor do miolo e aroma tradicional de pães são considerados direcionadores de preferência positivos, enquanto textura borracha, dureza e mastigabilidade são direcionadores que influenciam negativamente a preferência em pães isentos de glúten e sacarose com adição de prebióticos (MORAIS *et al.*, 2014).

Neste contexto, a identificação dos direcionadores de preferência para pães sem glúten podem auxiliar no desenvolvimento de novos produtos de panificação, além de compreender as preferências por esses consumidores. O objetivo desse estudo foi investigar os direcionadores de preferência por meio da metodologia de mínimo quadrados parciais (PLS) e verificar a preferência dos pães isentos de glúten e sacarose pelos consumidores por meio do mapa de preferência externo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Elaboração de pão sem glúten

Foram desenvolvidas sete amostras de pães de forma isentos de glúten e sacarose. As formulações foram elaboradas da forma usual da área de panificação, em que a soma das farinhas deve ser equivalente a 100%, e os demais ingredientes são calculados com base na quantidade de farinha, como pode ser observado na Tabela 1.

Os pães de forma foram elaborados seguindo as etapas de mistura dos ingredientes secos com os ingredientes líquidos em batedeira industrial (Perfecta®) na velocidade média, durante 3 minutos. Após esse processo pesou-se 420g de massa em formas de alumínio retangulares e foram levados à estufa (Perfecta®) durante 20 minutos à 35° C ajustada à 85% de umidade. Depois disso os pães foram assados em forno rotativo N10 (Perfecta®) à 195°C por 25 minutos. Em seguida, foram resfriados em temperatura ambiente e desenformados, as amostras foram embaladas em embalagens plásticas transparentes de propileno, identificadas e congeladas em freezer a -20° C. O processo de fabricação foi realizado em padaria especializada em panificação isenta de glúten, localizada na cidade de Jundiáí, no estado de São Paulo.

Tabela 1: Formulações de pães isentos de glúten e sacarose

Ingredientes	Controle (%)	Amaranto	Quinoa	Amaranto	Quinoa	Amaranto	Quinoa
		Estévia (%)	Estévia (%)	Sucralose (%)	Sucralose (%)	Sucralose/ acessulfame-K (%)	Sucralose/ acessulfame-K/ (%)
Farinhas	Farinha de arroz	61,64	49,32	49,32	49,32	49,32	49,32
	Fécula de batata	13,68	10,95	10,95	10,95	10,95	10,95
	Fécula de mandioca	20,56	16,43	16,43	16,43	16,43	16,43
	Polvilho azedo	4,12	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
	Farinha integral de amaranto	0	20	0	20	20	0
	Farinha integral de quinoa real	0	0	20	0	20	20
	Total Farinhas	100	100	100	100	100	100
	Açúcar demerara	2,73	0	0	0	0	0
% Base de farinhas	Sucralose	0	0	0	0,01	0,01	0,002
	Estévia	0	0,003	0,003	0	0	0
	Acessulfame	0	0	0	0	0,005	0,005
	Sal	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	Fermento biológico seco	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05	2,05
	Goma xantana	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Ovo líquido pasteurizado	37,67	37,67	37,67	37,67	37,67	37,67
	Óleo de Canola	10,28	10,28	10,28	10,28	10,28	10,28
	Água à 4º C	82,25	82,25	82,25	82,25	82,25	82,25

2.2. Análise sensorial

A aprovação para o estudo foi obtida junto ao Comitê de Ética da Universidade Estadual de Campinas (Comitê de FCM/UNICAMP parecer nº 83893/2012 - Anexo) e o consentimento por escrito foi coletado de todos por voluntários.

2.2.1. Análise descritiva quantitativa (ADQ®)

O perfil sensorial das amostras de pães foi determinado de acordo com a metodologia de análise descritiva quantitativa (STONE; BLEIBAUM; THOMAS, 2012).

Foram gerados 24 termos descritores com definições e referências (Tabela 2) por meio do método Repertory Grid Kelly's Method (MOSKOWITZ, 1983). As definições dos termos descritores foram determinadas em uma reunião com o consenso do grupo. Os membros do grupo foram submetidos a treinamentos sobre os atributos sensoriais do produto. Dos 19 assessores convidados para integrar a equipe da análise do perfil descritivo das amostras, 12 foram escolhidos para integrar a equipe da ADQ. Foram selecionados os participantes que apresentaram capacidade de discriminar as amostras ($pF_{amostra} \leq 0,50$), e apresentaram boa repetibilidade dos resultados ($pF_{repetição} \geq 0,05$), além de consenso com os demais assessores da equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

Os assessores selecionados avaliaram as amostras, em 3 repetições, os atributos previamente determinados, utilizando uma escala não-estruturada de 9 cm ancorada nos extremos por “nenhum/fraco” e “muito/forte”. Foi oferecida ½ fatia de pão de forma de cada amostra, as quais foram apresentadas monadicamente em guardanapos codificados com três dígitos em blocos completos balanceados (MACFIE *et al.*, 1989), em cabines individuais com luz branca, climatizadas (22°C), para limpeza do palato foi fornecido água.

Tabela 2: Definições e referências utilizadas na Análise Descritiva Quantitativa

ATRIBUTO	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
Aparência		
Cor marrom da casca (CMC)	Cor característica de pão de forma assado.	Pouco: Fatia da parte superior de pão de forma light da marca Wikbold® de espessura de 4 cm. Muito: Fatia da parte superior de pão de forma light integral da marca Pullman® de espessura de 4 cm.
Cor amarela do miolo (CAM)	Cor amarela característica de pão de queijo.	Pouco: Mini Pão francês cortado ao meio Muito: Miolo de uma fatia de pão de milho da marca Panco®
Tamanho dos alvéolos (TA)	Tamanho das porosidades presentes na massa formadas por bolhas de ar.	Pouco: Fatia de 3 cm de largura de bolo tipo Ana Maria® tradicional baunilha. Muito: Bucha vegetal.
Elasticidade tátil (ET)	Força necessária para comprimir a fatia de pão sobre uma superfície plana, com um dedo para a obtenção de uma deformação de cerca de 50%.	Pouco: Fatia de goiabada de 0,5cm de espessura da marca Fugini®. Muito: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®.
Aroma		
Doce (ADOC)	Aroma adocicado presente em pães doces.	Nenhum: água destilada Muito: Fatia de 3 cm de largura de bolo tipo Ana Maria tradicional baunilha.
Quinoa (AQ)	Aroma característico do pseudocereal quinoa.	Nenhum: Água destilada Muito: Pão sem glúten com 40% de quinoa: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de quinoa, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Amaranto (AM)	Aroma característico do pseudocereal amaranto.	Nenhum: Água destilada Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Fermentado (AF)	Aroma característico de massa fermentada.	Nenhum: Água destilada Muito: Solução de 100ml de água filtrada com 10g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter.

Continuação Tabela 2

Aroma de polvilho azedo (APA)	Aroma característico de polvilho azedo.	Pouco: água destilada Muito: Polvilho azedo da marca Hikari®.
Sabor		
Gosto doce (GDOC)	Gosto característico de solução de sacarose	Pouco: Água destilada Muito: Torrada levemente doce da marca Bauduco®.
Gosto amargo (GAMA)	Gosto característico de solução de cafeína.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo® menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Gosto residual amargo (RAMA)	Gosto amargo que permanece na boca após a deglutição.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Forte: Solução de estévia 0,1%.
Gosto salgado (GSAL)	Gosto característico de solução de cloreto de sódio.	Pouco: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Torrada levemente salgada da marca Bauduco®.
Quinoa (SQ)	Sabor característico do pseudocereal quinoa	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten com 40% de quinoa: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de quinoa, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35° C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220° C.
Fermento (SF)	Sabor característico de massa fermentada.	Pouco: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten. Mistura dos ingredientes: 180g de farinha de arroz da marca Urbano®; 36 g de fécula de batata da marca Yoki®, 24 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 12g de polvilho azedo da marca Hikari®, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 25g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35°C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Ovo (SOVO)	Sabor característico da película que envolve a gema de ovo de galinha.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Ovo cozido durante 8 minutos.

Continuação Tabela 2

Amaranto (SAM)	Sabor característico do pseudocereal amaranto.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de batata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35° C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Polvilho (SPOL)	Sabor característico de polvilho azedo.	Nenhum: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Biscoito de polvilho assado da marca Cassini.
Textura		
Maciez miolo (MM)	Força necessária para romper o miolo do pão de forma.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman® amanhecido. Muito: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®.
Mastigabilidade (MAST)	Número de mastigações necessárias antes da deglutição.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®. Muito: Cereal em barra da marca Trio light castanha e avelã.
Umididade (UMID)	Sensação provocada pela quantidade de água em um alimento.	Pouco: Torrada levemente doce da marca Bauduco®. Muito: 100g bolo mesclado de chocolate e sabor artificial de baunilha pullman – Frappé California Baunilha e Chocolate umedecido com 40ml de solução de 5% de sacarose.
Adesividade (ADES)	Força necessária para remover completamente a amostra do palato utilizando a língua.	Pouco: Biscoito com fibras Triunfo menos sal – Água. Muito: Biscoito de polvilho assado da marca Cassini.
Granulosidade (GRAN)	Presença de grânulos durante a mastigação.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®. Muito: Pão sem glúten com 40% de amaranto: Mistura dos ingredientes: 108g de farinha de arroz da marca Urbano®; 24 g de fécula de bata da marca Yoki®, 36 g de fécula de mandioca da marca Yoki®, 7,2g de polvilho azedo da marca Hikari®, 116, 8g de farinha de amaranto, 8g de açúcar demerara da marca Native®, 2 unidades de ovo, 30ml de óleo da marca Liza®, 240ml de água filtrada, 6g sal marinho da marca Yoki® e 6g de fermento biológico seco instantâneo da marca Dr. Ockter. Fermentação em estufa em temperatura de 35° C por 20 minutos e assado em forno elétrico por 20 minutos a temperatura de 220°C.
Crocância da casca (CC)	Força necessária para compressão de uma amostra entre os dentes molares.	Pouco: Miolo de pão de forma tradicional da marca Pullman®. Muito: Biscoito com fibras Triunfo® menos sal – Água.

2.2.2. Teste de aceitação

Cento e dezoito consumidores avaliaram as amostras em relação a aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. O teste afetivo foi realizado utilizando uma escala não-estruturada de 9 cm ancorada com os termos “desgostei muitíssimo” e “gostei muitíssimo”. Foram oferecidos 20g de amostra em guardanapos codificados com números de três dígitos apresentados de forma monádica e em blocos completos balanceados, para que se evitassem os efeitos de *first-order* e *carry-over* (MACFIE *et al.*, 1989).

O teste foi realizado em cabines individuais, em ambiente climatizado (22°C). Durante o teste foi disponibilizada água aos consumidores para limpeza do palato. Os dados foram coletados no software FIZZ (Fizz system, Biosystèmes, Dijon, França, 2013) instalado nas cabines individuais do Laboratório de Análise sensorial e Estudo com consumidor.

2.3. Análise estatística

Os resultados de ADQ foram obtidos por análise de variância (ANOVA) usando dois fatores (assessores e amostras) e suas interações, seguido por teste de médias de Tukey. Os resultados do teste de aceitação com consumidores foi analisado por ANOVA, utilizando dois fatores (consumidor e amostra), e teste de médias de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS (2013).

O mapa de preferência externo foi obtido a partir da análise estatística multivariada para verificar a relação entre os resultados do perfil sensorial descritivo determinado por assessores treinados e os dados de preferência dos consumidores, por meio da análise de regressão dos mínimos quadrados parciais (PLS). A análise estatística foi realizada utilizando o Software XLSTAT (2013) em um nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise descritiva quantitativa

O resultado do perfil sensorial das amostras de pão sem glúten está presente na Tabela 3. Na aparência, os pães produzidos com farinha de quinoa foram percebidos com maior intensidade de cor marrom da casca e cor amarela do miolo diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) das demais amostras. Em geral, os pães suplementados com quinoa em concentrações de 10 a 20% do grão, são percebidos pelos consumidores por cor amarelada da casca e miolo (STIKIC *et al.*, 2012), como foi observado no presente estudo. O atributo elasticidade tátil não apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras.

Os pães sem glúten são caracterizados por diferentes intensidades de aroma e sabor. As variações de aromas e sabor se devem aos ingredientes que são utilizados no processamento (PAGLIARINI; LAUREATI, LAVELLI, 2010). Quanto aos atributos de aroma, o pão controle foi percebido pelos assessores com maior intensidade para os aromas fermento e polvilho azedo. Na literatura é destacado que o aroma e sabor de fermento percebido pelos consumidores em pães sem glúten são características sensoriais negativas para aceitação do produto (LAUREATI; GIUSSANI; PAGLIARINI, 2012). Enquanto os demais pães foram percebidos com maior intensidade para seu respectivo pseudocereal, ou seja, amaranto e quinoa. O mesmo foi observado para o sabor. Assim, os pães com farinha de quinoa, amaranto e edulcorantes foram representados por maiores intensidades dos sabores dos seus respectivos pseudocereais, sabor e residual amargo sendo estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) do pão controle. A utilização de edulcorantes estão relacionadas com o amargor e residual amargo presentes em alguns produtos como foi observado por Melo; Bolini; Efraim (2009) em chocolates. O amargor percebido nas amostras com pseudocereais pode também ser proveniente das saponinas, que provocam um forte gosto amargo e está presente na quinoa e amaranto em níveis significativos (KOZIOL, 1991; ALVAREZ-JUBETE; ARENDT; GALLAGHER, 2010).

No atributo textura não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre os pães. Para os atributos mastigabilidade, umidade, adesividade e granulosidade, mostrando que apesar da mudança da farinha e edulcorantes em algumas formulações não foram percebidas diferenças entre os assessores.

Tabela 3: Médias dos atributos sensoriais das amostras gerados a partir da análise descritiva quantitativa

Atributo		Controle	Amaranto Estévia	Quinoa Estévia	Quinoa Sucralose	Amaranto Sucralose	Quinoa Sucralose/ acessulfame-K	Amaranto Sucralose/ acessulfame-K/	DMS**
Aparência	Cor marrom da casca	3,75 ^b	2,56 ^{c,d}	5,00 ^a	5,43 ^a	2,34 ^d	5,28 ^a	3,04 ^c	0,69
	Cor amarela do miolo	1,90 ^d	3,58 ^{b,c}	4,15 ^{a,b}	4,39 ^a	3,28 ^c	4,69 ^a	3,37 ^c	0,75
	Tamanho dos Alvéolos	2,08 ^d	3,03 ^{b,c}	3,55 ^a	3,55 ^{a,b}	3,15 ^{b,c}	3,57 ^{b,c}	2,91 ^c	0,59
Aroma	Elasticidade	5,65 ^a	5,09 ^a	5,37 ^a	5,09 ^a	4,94 ^a	5,05 ^a	5,07 ^a	0,81
	Tátil	2,10 ^a	1,84 ^{a,b}	1,69 ^{a,b}	1,55 ^b	1,90 ^{a,b}	1,86 ^{a,b}	1,81 ^{a,b}	0,51
	Doce	0,33 ^c	0,62 ^c	2,90 ^b	4,01 ^{a,b}	0,69 ^c	4,21 ^a	0,59 ^c	1,15
	Quinoa	0,64 ^c	3,01 ^a	1,32 ^{b,c}	0,76 ^c	2,76 ^a	0,33 ^c	2,64 ^{a,b}	1,33
	Amaranto	2,13 ^a	1,43 ^b	1,49 ^{a,b}	1,33 ^b	1,69 ^{a,b}	1,52 ^{a,b}	1,87 ^{a,b}	0,67
	Fermentado	2,33 ^a	1,38 ^c	1,51 ^{b,c}	1,32 ^c	1,64 ^{b,c}	1,81 ^{b,c}	1,95 ^{a,b}	0,52
	Polvilho Azedo	1,99 ^a	1,80 ^a	1,93 ^a	1,70 ^a	1,74 ^a	1,92 ^a	1,90 ^a	0,61
	Gosto doce	0,65 ^c	1,34 ^{b,c}	1,79 ^{a,b}	1,80 ^{a,b}	1,31 ^{b,c}	2,43 ^a	1,17 ^{b,c}	0,72
	Gosto amargo	0,37 ^c	0,96 ^b	0,99 ^b	1,06 ^{a,b}	0,90 ^{b,c}	1,57 ^a	0,75 ^{b,c}	0,55
	Residual Amargo	3,51 ^a	3,65 ^a	3,15 ^a	3,31 ^a	3,47 ^a	3,47 ^a	3,35 ^a	0,55
Sabor	Gosto salgado	0,29 ^c	0,62 ^c	2,56 ^b	3,67 ^a	0,54 ^c	4,14 ^a	0,53 ^c	1,10
	Quinoa	1,88 ^a	1,43 ^a	1,34 ^a	1,30 ^a	1,92 ^a	1,44 ^a	1,40 ^a	0,70
	Fermento	1,24 ^a	0,92 ^{a,b}	0,98 ^{a,b}	0,72 ^b	0,98 ^{a,b}	0,98 ^{a,b}	0,96 ^{a,b}	0,38
	Ovo	0,58 ^b	3,17 ^a	1,40 ^b	0,88 ^b	2,94 ^a	0,38 ^b	3,06 ^a	1,35
	Amaranto	2,28 ^a	1,89 ^{a,b}	1,79 ^{a,b}	1,57 ^b	1,82 ^{a,b}	1,81 ^{a,b}	2,01 ^{a,b}	0,63
Textura	Polvilho	5,31 ^{a,b}	4,86 ^{a,b}	5,20 ^{a,b}	5,54 ^a	5,17 ^{a,b}	4,72 ^b	5,40 ^{a,b}	0,72
	Maciez do Miolo	2,39 ^a	2,93 ^a	2,48 ^a	2,48 ^a	2,44 ^a	2,68 ^a	2,56 ^a	0,62
	Mastigabilidade	3,47 ^a	3,75 ^a	3,49 ^a	3,96 ^a	3,92 ^a	3,23 ^a	3,60 ^a	0,84
	Umidade	2,25 ^a	2,78 ^a	2,65 ^a	2,77 ^a	2,77 ^a	2,50 ^a	2,61 ^a	0,57
	Adesividade	2,07 ^a	3,06 ^a	3,28 ^a	2,65 ^a	3,17 ^a	3,32 ^a	3,08 ^a	0,81
	Granulosidade	3,10 ^{a,b}	3,54 ^a	3,35 ^{a,b}	2,75 ^{a,b}	2,55 ^b	2,94 ^{a,b}	2,90 ^{a,b}	0,84
	Crocância da Casca								

Nota: Médias com letras iguais numa mesma linha não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de médias de Tukey. ** Diferença mínima significativa entre as amostras.

3.2. Teste de aceitação

Cento e dezoito consumidores avaliaram as amostras de pães sem glúten em relação à aceitação para aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os resultados estão apresentados na Tabela 4. Para a aceitabilidade dos atributos de aparência e textura não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras. A utilização de edulcorantes e farinhas de amaranto e quinoa não afetaram a aceitabilidade para o atributo aparência. Para a aceitação de aroma as amostras controle, amaranto estévia, amaranto sucralose e amaranto acessulfame-K apresentaram notas maiores porém sem diferença estatística ($p < 0,05$) entre elas. Em relação ao sabor, os pães com amaranto e edulcorante estévia e sucralose-acessulfame-K foram os que apresentaram maiores médias de aceitação, porém não diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) dos pães com amaranto e sucralose, quinoa e estévia e do controle. Comparando, os pães com quinoa e edulcorantes sucralose e sucralose- acessulfame-k não foram bem aceitos em relação ao atributo sabor, podendo, estes não serem bons substitutos do ponto de vista sensorial para os amidos e açúcar. Segundo Castillo; Lescano; Armada (2009), a utilização de quinoa em alimentos apresente boa aceitação sensorial em diversas matrizes alimentares, resultados diferentes do encontrado nesse estudo, no qual o amargor pode ter influenciado na aceitação do produto. Enquanto, no estudo conduzido por Chlopicka *et al.* (2012), pães produzidos com pseudocereais (amaranto, quinoa e trigo sarraceno) são moderadamente aceitos pelos consumidores, como foi observado nesse estudo. Os pães de amaranto com edulcorantes estévia e sucralose apresentaram maior aceitabilidade ($p < 0,05$) para impressão global seguido das amostras amaranto sucralose/acessulfame-k, controle e quinoa estévia, amostras com nenhuma diferença significativa. Resultados parecidos com o do presente estudo foram encontrados por Breshears; Crowe (2013) também identificou uma aceitação moderada para pães suplementados com 20% de farinha de amaranto.

Tabela 4 – Médias dos atributos avaliados no teste de aceitação de pão isentos glúten e sacarose

Amostras	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Controle	5,75 ^a	5,70 ^{ab}	5,10 ^{ab}	4,83 ^a	5,26 ^{ab}
Amaranto Estévia	6,00 ^a	6,09 ^a	5,36 ^a	5,31 ^a	5,54 ^a
Amaranto Sucralose	6,01 ^a	5,63 ^{ab}	5,27 ^{ab}	5,09 ^a	5,50 ^a
Amaranto sucralose/acessulfame-K	5,97 ^a	5,76 ^a	5,36 ^a	5,12 ^a	5,45 ^{ab}
Quinoa Estévia	5,52 ^a	5,16 ^{bc}	4,85 ^{ab}	5,07 ^a	5,13 ^{ab}
Quinoa Sucralose	5,59 ^a	4,48 ^d	4,54 ^b	5,14 ^a	4,95 ^b
Quinoa sucralose/acessulfame-K	6,02 ^a	4,58 ^{cd}	4,51 ^b	4,92 ^a	4,96 ^b
DMS**	0,55	0,59	0,59	0,61	0,51

Nota: Médias com letras iguais numa mesma coluna não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de médias de Tukey. ** Diferença mínima significativa entre as amostras.

3.4. Relação entre impressão global e análise descritiva quantitativa

O uso do PLS para prever as preferências dos consumidores é uma metodologia de sucesso na área de análise sensorial de alimentos (LAWLOR; DELAHUNTY, 2000). Um dos principais objetivos é apresentar as características dos produtos através das notas de impressão global dos consumidores. Assim os valores positivos são representados pelas características que agradam enquanto os valores negativos são caracterizados por atributos rejeitados pelos consumidores (TENENHAUS *et al.*, 2005).

A Figura 1 apresenta a relação entre impressão global e análise descritiva quantitativa utilizando regressão dos mínimos quadrados parciais (PLS). Os atributos aroma e sabor de amaranto e adesividade contribuíram positivamente para a aceitação, enquanto cor marrom da casca, aroma e sabor de quinoa foram direcionadores que contribuíram negativamente para aceitação. Apesar dos consumidores não ingerirem amaranto diariamente, os resultados mostram que o aroma e sabor desse pseudocereal são atributos que agradam o consumidor. Esperava-se que amargor e residual amargo influenciassem negativamente a aceitação do consumidor, no entanto como pode ser observado na Figura 1, esses

atributos não influenciaram positivamente ou negativamente. Segundo *Morais et al.* (2014) pães isentos de glúten com prebióticos e edulcorantes apresentam como direcionadores de preferência positivos a cor do miolo, doçura, aroma característico de pão, elasticidade tátil, enquanto dureza, mastigabilidade e aroma de fermento influenciam negativamente na escolha do consumidor por esses produtos. Resultados esses diferentes do encontrado no presente estudo, que pode estar relacionada a utilização de ingredientes diferentes como a utilização de prebióticos (inulina e frutooligossacarídeos), no qual nesses estudo foi utilizado.

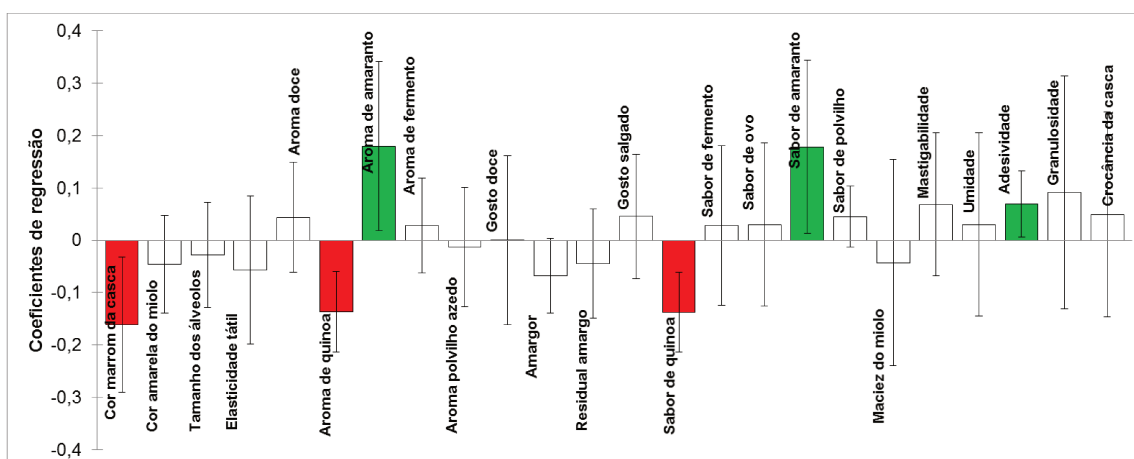


Figura 1- Regressão dos mínimos quadrados parciais (verde = termos descritores que contribuem positivamente para aceitação do consumidor; vermelho = termos descritores que contribuem negativamente para aceitação dos consumidores, branco = termo descritor sem contribuição significativa para aceitação do consumidor).

3.5. Mapa de preferência externo

O mapa de preferência externo é técnica estatística utilizada no desenvolvimento de novos produtos (GUINARD; UOTANI; SCHLICH, 2001). Os resultados do mapa de preferência externo estão apresentados na Figura 2. De acordo com a figura observa-se que o eixo X explica 56,70%, enquanto o eixo Y explica 41,13% da variação sensorial existente entre os pães, totalizando 97,83%. Examinando a posição dos consumidores, as amostras mais aceitas foram os pães com amaranho e edulcorantes estévia, sucralose e sucralose/acessulfame-k

localizadas no quadrante superior esquerdo, por apresentar maior quantidade de consumidores. As amostras foram caracterizadas pelos termos descritores sabor e aroma de amaranto, gosto salgado, umidade, adesividade, granulidade e mastigabilidade. Os pães de quinoa com edulcorantes estévia, sucralose e sucralose/acesulfame-K foram os menos preferidos pelos consumidores e foram caracterizados pelos termos descritores cor marrom da casca, aroma e sabor de quinoa, amargor e residual amargo.

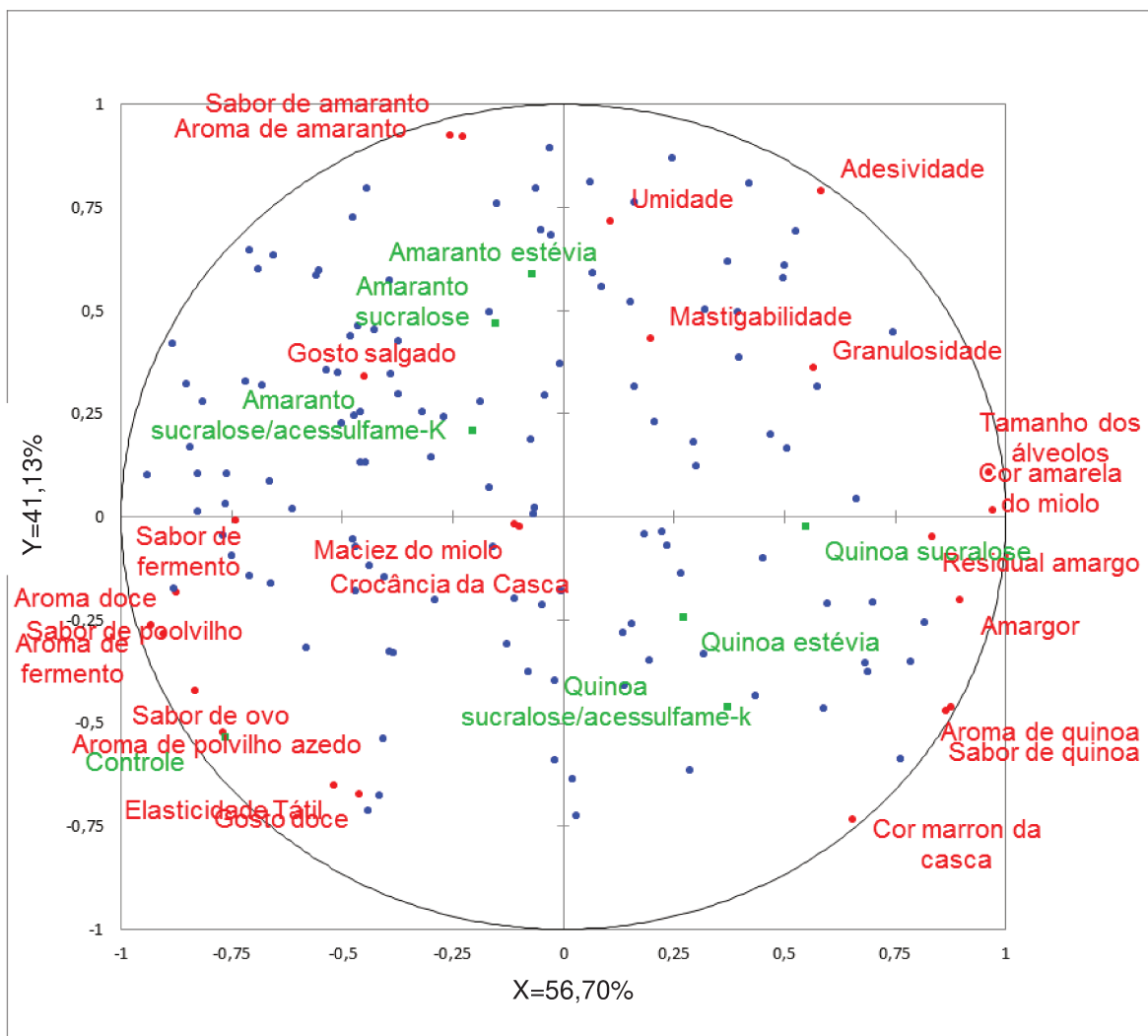


Figura 2- Mapa externo de preferência (X e Y são os eixos horizontal e vertical, respectivamente) obtidos por regressão dos mínimos quadrados parciais dos dados descritivos e impressão global dos entrevistados para os atributos sensoriais de pão sem glúten (verde = amostras; vermelho termos descritores e azul = consumidores).

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos é possível concluir que a incorporação de amaranto, quinoa e edulcorantes não influenciaram a textura das amostras. Observou-se que os pães de amaranto foram os mais preferidos pelos consumidores, provavelmente por apresentarem maior aroma e sabor de amaranto. Esses resultados podem contribuir como informação importante para

indústrias de panificação sem glúten, principalmente para o desenvolvimento de novos produtos para o mercado.

REFERENCIAS

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, p. 106-113, 2010.

BAPTISTA, M. L. Prevalence of Celiac Disease in Brazilian Children and Adolescents with Type 1 Diabetes Mellitus. **Journal of pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 41, n. 5, p. 621-624, 2005.

BRESHEARS, K.L.; CROWE, K. M. Sensory evaluation of gluten-free bread substituted with amaranth and montina™ flour. **Journal of Food Research**, v. 2, n. 4, p. 1-10, 2013.

CASTILLO, V. D.; LASCANO, G.; ARMADA, M. Formulación de alimentos para celíacos com base em mezclas de harinas de quínoa, cereales y almidones. **rchivos Latinoamericanos de Nutricion**. v. 59, n. 3, p. 332-336, 2009.

CHLOPIKA, J. et al. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereals breads. **LWT-Food Science and Technology**, v. 46, p. 548-555, 2012.

DAMÁSIO, M.H., COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 31/2, p. 165-178, 1991.

DELGADO, C.; GUINARD, J. X. Internal and external quality mapping as a new approach to the evaluation of sensory quality – a case study with olive oil. **Journal of Sensory Studies**, v. 27, p. 332-343, 2012.

FASANO, A.; SHEA-DONOHUE, T. Mechanisms of Diseases: the role intestinal barrier function in the pathogenesis of gastrointestinal autoimmune disease. **Nature Clinical Practice**, v. 2, n. 9, p. 416-422, 2005.

GUINARD, J.; UOTANI, B.; SCHLICH, P. Internal and External mapping of preferences for commercial lagers beers: comparison of hedonic ratings by

consumers blind versus with knowledge of brand and price. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 243-255, 2001.

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

KLEEF, E. V.; TRIJP, H. C. M. V.; LUNING, P. Internal versus external preference: An exploratory study on end user evaluation. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 387-399, 2006.

KOZIOL, M. J. Afrosimetric Estimation of Threshold Saponin Concentration for Bitterness in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 54, p. 211-219, 1991.

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

LAWLOR, J. B.; DELAHUNTY, C. M. The sensory profile and consumer preference for ten speciality cheeses. **International Journal of Dairy Technology**, 53, n. 1, p. 28, 2000.

LOSÓ, V. et al. Methodology problems of the industrial preference mapping. **Acta Alimentaria**, v. 41, p. 109-119, 2012.

MACFIE, H. J. H. Assessment of the sensory properties of food. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, 129-148, 1989.

MARCHESE, A. et al. Quality life in coeliac patients: Italian validation of coeliac questionnaire. **European Journal of Internal Medicine**, v. 24, p. 87-91, 2013.

MAZZEO, T. et al. Evaluation of visual and taste preferences of some gluten-free commercial products in a group of celiac children. **International Food Sciences and Nutrition**, p. 1-5, 2013. Disponível em: <<http://informahealthcare.com/doi/full/10.3109/09637486.2013.836740>>. Acesso em: 16 out.2013.

MELO, L. L. M. M.; BOLINI, H.M. A.; EFRAIM, P. Sensory profile, acceptability, and other relationship for diabetic/ reduced calorie chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 20, p. 138-143, 2009.

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

MORAIS, E. C. **Perfil sensorial e físico de pães de forma sem glúten com adição de prebióticos e edulcorantes**. 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605 p.

NUNES, C. A. Relating consumer acceptance to descriptive attributes by three-way external preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of sensory studies**, v. 27 p. 209-216, 2012.

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

PLAEHM, D.; LUNDAHL, D. S. An L-PLS preference cluster analysis on French consumer hedonics to fresh tomatoes. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 234-256, 2006.

SAS Institute. **SAS Users Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 2013.

SILVA, G. A. *et al.* Correlation of quantitative sensorial descriptors and chromatographic signals of beer using multivariate calibration strategies. **Food Chemistry**, v. 134, p. 1673-1681, 2012.

STIKIC, R. *et al.* Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa Willd*) as an ingredient in bread formulations. **Journal of Cereal Science**, v. 55, p. 132-138, 2012.

STONE, H; BLEIBAUM, R. N.; THOMAS, H. A. **Descriptive Analysis**. Sensory evaluation practices. 4 ed. London: Elsevier, p. 233-289, 2012.

TENEHAUS, M. et al. PLS methodology to study relationships between hedonic judgments and products characteristics. **Food Quality and Preference**, v. 16, p. 315-325, 2005.

XLSTAT. **XLSTAT PLS 1.5 Reference Manual**, Addinsoft – France, 2013.

CONCLUSÃO GERAL

No presente estudo observou-se que o pão controle foi percebido pelos assessores com maiores intensidades para aroma e sabor de polvilho, sabor de ovo e sabor de fermento. Enquanto a incorporação de pseudocereais proporcionou pães mais macios, com coloração de miolo amarelado e aromas e sabores característicos de amaranto e quinoa. Os atributos de textura (mastigabilidade, umidade, adesividade e granulabilidade) não diferiram estatisticamente. Os pães controle, com farinha de amaranto e edulcorantes foram os mais aceitos no teste de consumidor. E a partir dos resultados da análise de PLS o aroma e sabor de amaranto e adesividades foram direcionadores de preferência positivos, enquanto aroma e sabor de quinoa e cor marrom da casca foram direcionadores de preferência negativos. No mapa de preferência externo poucos consumidores foram localizados próximos aos pães formulados com farinha de quinoa, aonde estavam posicionados os atributos: residual amargo, amargor, aroma e sabor de quinoa e cor marrom da casca, mostrando assim menor preferência por esses pães. No estudo do perfil de tempo- intensidade os pães desenvolvidos apresentaram um comportamento para percepção de doçura similar sem diferença estatística. Porém na percepção do gosto amargo, os pães de quinoa com edulcorantes sucralose e sucralose-acessulfame-K apresentaram maior intensidade para esse estímulo.

Nas análises de volume específico, atividade de água e firmeza os resultados obtidos foram semelhantes entre a amostra controle e demais pães. Além disso, pães com amaranto e quinoa apresentaram maiores quantidades de proteínas, lipídeos e cinza, assim a incorporação dessas farinhas melhorou o perfil nutricional dos produtos.

A adição de farinhas de amaranto e quinoa e edulcorantes em pães sem glúten proporcionou a produção de pães para o público celíaco e/ou diabético. Através da análise sensorial foi possível compreender o perfil sensorial, aceitação e direcionadores de preferência desse produto. Dessa forma, o desenvolvimento de pães com pseudocereais edulcorantes mostrou-se eficiente do ponto de vista

sensorial e tecnológico sendo uma alternativa a sua utilização para o mercado de produtos sem glúten.

ANEXOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA E TEMPO-INTENSIDADE

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas pelo telefone (19) 3521-8936 ou pelo e-mail: cep@fcm.unicamp.br.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do projeto: Direcionadores de Preferencia e Perfil Sensorial de Pães Isentos de Glúten e Sacarose.

Pesquisadora Responsável: Natália Manzatti Machado Alencar

Telefone para contato: (19) 35214084

Professora Coordenadora: Dra. Helena Maria André Bolini

Telefone para contato: (19) 3521 4083

Descrição da pesquisa:

Você será solicitado a realizar testes sensoriais que descrevem amostras de pão de forma isenta de glúten e sacarose quanto à sua aparência, aroma, sabor e textura. Esses testes não apresentam riscos de qualquer natureza ou desconforto.

Justificativas:

São escassos os estudos sobre análises sensorial em pão de forma isentos de glúten e sacarose, no entanto esse produto é muito consumido por pacientes celíacos. Esse trabalho tem como objetivo o perfil sensorial, aceitabilidade e

parâmetros físico químicos de pães de forma isentos de glúten e sacarose. Espera-se identificar atributos sensoriais, que possam influenciar a aceitação do produto e descrever o perfil de textura desse produto, no qual é influenciado pela ausência do glúten. Dessa maneira, o estudo poderá contribuir para a produção de pães com maior qualidade sensorial, nutricional, aceitabilidade.

Procedimento do teste, no qual você participará:

Para a realização dos testes de avaliação sensorial será necessário avaliar os parâmetros de aparência, aroma, sabor e textura que caracterizam os pães de forma sem glúten e informar seu grau de preferência entre as amostras.

Benefícios decorrentes da participação na pesquisa:

Sua participação, como voluntário, auxiliará um projeto de pesquisa que visa o desenvolvimento e levantamento de características importantes a serem consideradas durante o processamento de pães de forma. Não há riscos previsíveis na participação do projeto.

Período de participação:

As análises sensoriais serão realizadas no Laboratório de Análise Sensorial em cabines individuais confortáveis, climatizadas e com iluminação adequada. Sua participação será na Análise Descritiva Quantitativa e na Análise Tempo-Intensidade com duração de quatro (4) meses. Todos os resultados obtidos serão mantidos em sigilo pelos pesquisadores desse projeto.

Natália Manzatti Machado Alencar – Pesquisadora

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____
_____, RG/CPF _____/_____, concordo em participar do estudo como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa (Direcionadores de Preferencia e Perfil

Sensorial de Pães Isentos de Glúten e Sacarose – Parecer n. 83893), os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade.

Local e data: _____

Assinatura: _____

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ANÁLISE DE ACEITAÇÃO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas pelo telefone (19) 3521-8936 ou pelo e-mail: cep@fcm.unicamp.br.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do projeto: Direcionadores de Preferencia e Perfil Sensorial de Pães Isentos de Glúten e Sacarose.

Pesquisadora Responsável: Natália Manzatti Machado Alencar

Telefone para contato: (19) 35214084

Professora Coordenadora: Dra. Helena Maria André Bolini

Telefone para contato: (19) 3521 4083

Descrição da pesquisa:

Você será solicitado a realizar testes sensoriais que descrevem amostras de pão de forma isenta de glúten e sacarose quanto à sua aparência, aroma, sabor e textura. Esses testes não apresentam riscos de qualquer natureza ou desconforto.

Justificativas:

São escassos os estudos sobre análises sensorial em pão de forma isentos de glúten e sacarose, no entanto esse produto é muito consumido por pacientes celíacos. Esse trabalho tem como objetivo o perfil sensorial, aceitabilidade e parâmetros físico químicos de pães de forma isentos de glúten e sacarose. Espera-se identificar atributos sensoriais, que possam influenciar a aceitação do

produto e descrever o perfil de textura desse produto, no qual é influenciado pela ausência do glúten. Dessa maneira, o estudo poderá contribuir para a produção de pães com maior qualidade sensorial, nutricional, aceitabilidade.

Procedimento do teste, no qual você participará:

Para a realização dos testes de avaliação sensorial será necessário avaliar os parâmetros de aparência, aroma, sabor e textura que caracterizam os pães de forma sem glúten e informar seu grau de preferência entre as amostras.

Benefícios decorrentes da participação na pesquisa:

Sua participação, como voluntário, auxiliará um projeto de pesquisa que visa o desenvolvimento e levantamento de características importantes a serem consideradas durante o processamento de pães de forma. Não há riscos previsíveis na participação do projeto.

Período de participação:

As análises sensoriais serão realizadas no Laboratório de Análise Sensorial em cabines individuais confortáveis, climatizadas e com iluminação adequada. Sua participação será na Análise de aceitação. Todos os resultados obtidos serão mantidos em sigilo pelos pesquisadores desse projeto.

Natália Manzatti Machado Alencar – Pesquisadora

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____
_____, RG/CPF _____/_____, concordo em participar do estudo como voluntário. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa (Direcionadores de Preferencia e Perfil Sensorial de Pães Isentos de Glúten e Sacarose – Parecer n. 83893), os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios

decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade.

Local e data: _____

Assinatura: _____

PROJETO DE PESQUISA

Título: DIRECIONADORES DE PREFERÊNCIA E PERFIL SENSORIAL DE PÃES ISENTOS DE GLÚTEN E SACAROSE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 05612912.0.0000.5404

Pesquisador: Natália Manzatti Machado Alencar

Instituição: Faculdade de Engenharia de Alimentos

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 83893

Data da Relatoria: 26/09/2012

Apresentação do Projeto:

Projeto de mestrado, da Faculdade de Engenharia de Alimentos, que busca avaliar o perfil sensorial de pães isentos de glúten para pessoas que sofrem de doença Celíaca.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo o estudo do perfil sensorial e físico-químico de pães isentos de glúten e sacarose, formulados com edulcorantes e pseudocereais.

Objetivo Secundário:

Realizar determinações físico-químicas das amostras; Determinar o perfil sensorial das amostras de pães aplicando-se Análise Descritiva

Quantitativa; Determinar o perfil tempo-intensidade de doçura, maciez e sabor nas amostras; Avaliar a aceitação dos pães por consumidores não celíacos e celíacos; Realizar estudos de correlação múltipla dos dados do perfil sensorial descritivo e do consumidor para determinar as características sensoriais que mais contribuem positivamente e negativamente na aceitação pelo consumidor

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Benefícios:

A participação, como voluntário, auxiliará um projeto de pesquisa que visa o desenvolvimento e levantamento de características importantes a serem consideradas durante o processamento de pães de forma. Não há riscos previsíveis.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Espera-se conhecer o perfil sensorial dos pães. Aportando as diferenças sensoriais que a substituição da sacarose pelos edulcorantes e farinha de arroz por pseudocereais implicará no produto final, proporcionando novos alimentos para o mercado de produtos isentos de glúten com alto valor nutricional.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A apresentação dos termos está correta

Recomendações:

Sem recomendações

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8038

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fem.unicamp.br

FACULDADE DE CIENCIAS
MEDICAS - UNICAMP (CAMPUS
CAMPINAS)



Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto está de acordo com as normas do sistema CEP/CONEP.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado em reunião do colegiado aos 28/08/2012.

CAMPINAS, 28 de Agosto de 2012

Assinado por:
Carlos Eduardo Steiner

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-867
UF: SP Município: CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fcm.unicamp.br