



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADES DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO HUMANA

LORENA ANDRADE DE AGUIAR

EFEITO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE SORGO SOBRE PROPRIEDADES
TECNOLÓGICAS, SENSORIAIS E TEXTUROMÉTRICAS DE PÃES DE FORMA
ISENTOS DE GLÚTEN

Brasília

2017

LORENA ANDRADE DE AGUIAR

EFEITO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE SORGO SOBRE PROPRIEDADES
TECNOLÓGICAS, SENSORIAIS E TEXTUROMÉTRICAS DE PÃES DE FORMA
ISENTOS DE GLÚTEN

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Orientadora: Dr^a. Livia de Lacerda de Oliveira Pineli

Brasília

2017

LORENA ANDRADE DE AGUIAR

EFEITO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE SORGO SOBRE PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS, SENSORIAIS E TEXTUROMÉTRICAS DE PÃES DE FORMA ISENTOS DE GLÚTEN

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Aprovada em:

MEMBROS DA BANCA

Prof^a Dr^a. Lívia de Lacerda de Oliveira Pineli
(Presidente da Banca – Universidade de Brasília)

Professora Doutora Raquel Braz Assunção Botelho
(Membro Interno – Universidade de Brasília)

Prof. Dr. Lauro Luís Martins Medeiros de Melo
(Membro Externo – Universidade Federal do Rio de Janeiro)

Professora Doutora Wilma Maria Coelho Araújo
(Suplente – Universidade de Brasília)

Brasília
2017

Aguiar, Lorena Andrade de

Efeito de diferentes genótipos de sorgo sobre propriedades tecnológicas, sensoriais e textuométricas de pães de forma isentos de glúten/Lorena Andrade de Aguiar

Disertação de mestrado/ Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília.

Brasília, 2017.

Área de Concentração: Nutrição Humana

Orientadora: Dra. Lívia de Lacerda de Oliveira Pineli

Para Larissa, Paola e Desterro,
por todo o apoio durante todo o
processo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me deu forças para continuar com o trabalho e mesmo nas dificuldades conseguir seguir em frente.

À minha irmã Larissa que me trouxe para Brasília e sempre me motivou, incentivou e me deu condições de iniciar com as atividades de pesquisa na UnB. Além de estar sempre comigo e entender cada momento da minha vida. À minha irmã Gizelle que mesmo distante conseguiu me apoiar e também por entender a minha ausência e meu silêncio. Às minhas irmãs muito obrigada, porque eu não estaria aqui hoje se não fosse por vocês!

À professora Estelamaris da Universidade Federal de Goiás (UFG) que não me deixou desistir da nutrição quando me mudei para Brasília.

À minha orientadora, Professora Dr^a Livia de Lacerda, pela confiança no meu trabalho desde 2012, pela paciência nos momentos de dificuldades, pela atenção e disponibilidade de me orientar, ensinar e mais importante acreditar no meu potencial e me confiar esse trabalho.

À técnica do nosso laboratório de alimentos Maria do Desterro, que merecia um agradecimento no rodapé de cada página desse trabalho. Obrigada Desterro que desde o primeiro contato sempre esteve presente, sempre disposta a ajudar, escutar nossas reclamações, acompanhar nosso sofrimento, desespero, estresse e ainda assim ajudar em tudo! Obrigada por me ajudar a desenvolver essa pesquisa e por me ensinar a ter tanto cuidado e zelo com as análises e com o laboratório. Com certeza esse trabalho não estaria como dessa forma se não fosse por você!

À Dr^a. Valéria Vieira da Embrapa Milho e Sorgo por confiar na parceria com a UnB para o desenvolvimento dessa pesquisa e nos enviar os grãos de sorgo sempre que foi necessário.

Um agradecimento especial ao senhor Rubens Sakay que foi como um anjo que apareceu no momento que não tínhamos mais como moer os grãos para continuar com a pesquisa e, ele se disponibilizou a nos ajudar a moer os grãos na casa dele. Muito

obrigada por disponibilizar o seu tempo e abrir a sua casa para moer praticamente 50kg de grãos de sorgo.

À SHIZEN, loja de produtos naturais, e ao Márcio por abrir as portas do seu estabelecimento para que a análise sensorial pudesse ser realizada. A toda a equipe da SHIZEN que trabalhou e ajudou nos dias de análise e nos ajudou a divulgar a pesquisa.

À todos do grupo de pesquisa de ciência e tecnologia de alimentos por me auxiliarem nos dias de análise sensorial e se disponibilizarem a sempre estar em algum período ou o dia inteiro comigo nas análises. Alejandra, Isabella, Mariana, aos alunos de TCC Beatriz, Lúcio e Higor. Em especial Bruna, Izabel e Lícia que em geral ficavam o dia todo comigo até a finalização da sensorial.

Às minhas amigas Lígia, Viviane e Anne que mesmo distantes conseguem me apoiar e conversar comigo e entender a minha ausência nesses dois anos. À Flavinha que entende cada ausência em momentos importantes e que sempre está presente nos momentos em que eu mais precisei. Obrigada por acreditarem em mim. Aos amigos que fiz durante essa caminhada Bruna e Carol que compartilharam vários sentimentos e momentos no laboratório. A Izabel que já conhecia e se tornou uma pessoa ainda mais especial!

Um agradecimento especial à Paola que nesses dois anos vivenciou de perto todos os sentimentos durante o mestrado. Me deu apoio para realizar a pesquisa, foi acordada diversas vezes com o momento de fazer os pães de madrugada e muitas dessas vezes me ajudou, por “aguentar” toda a bagunça de fichas de sensorial e ainda me ajudar a organizar, por ter a cozinha de casa durante vários períodos tomada de pães de sorgo e por ainda assim permitir que eu continuasse dividindo a casa com ela! Obrigada por entender, por me apoiar e acreditar em mim.

Aos professores Lauro Melo e Raquel Botelho por terem aceitado a participar da banca de defesa da dissertação. Ao professor Lauro Melo, mesmo distante, por sempre contribuir nos assuntos relacionados à análise sensorial e para o entendimento das análises estatísticas. À professora Raquel Botelho por toda a atenção e conhecimento compartilhado e, mesmo com diversas atividades ter sido uma voluntária para a equipe de avaliadores de PDO.

Agradeço à CAPES pela bolsa, à FAP/DF e à Embrapa pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

Finalmente, agradeço aos avaliadores. Em especial à equipe que participou de todas as etapas de PDO e todos os dias recebiam mensagens minhas e compareciam ao laboratório para provar os pães. Foram momentos ótimos em que conheci pessoas muito especiais! Sem vocês essa pesquisa, obviamente, não teria acontecido.

A todos que contribuíram e participaram para que esse sonho se realizasse.

RESUMO

Atualmente há uma maior preocupação com a saúde e uma demanda crescente por produtos saudáveis e inovadores. Uma das mudanças na alimentação devido à preocupação com a saúde é a retirada do glúten da alimentação. Essa proteína está associada à enteropatia sensível ao glúten, também conhecida como doença celíaca (DC). O único tratamento para os portadores da DC é a retirada do glúten da alimentação. O que é um desafio, pois alimentos que contêm glúten são consumidos diariamente, como por exemplo o pão. Porém as características tecnológicas e sensoriais dos pães como elasticidade, coesão da massa, maciez e uniformidade são conferidas pelo glúten. Dessa forma é importante desenvolver novos produtos isentos de glúten com essas características. O sorgo é um cereal isento de glúten e possui variedades com diferentes teores de amido, proteína e compostos fenólicos, além da rusticidade e baixo custo, e tem alto potencial para ser inserido na alimentação humana. O objetivo do estudo foi avaliar por meio de análise sensorial e análises tecnológicas formulações de pães de forma isentos de glúten à base de seis diferentes genótipos de farinha de sorgo. Foram fornecidos seis genótipos de sorgo pela Embrapa Milho e Sorgo para produção de farinhas e pães, para o estudo foram feitos um pão com farinha de arroz e com farinha de sorgo comercial (sorgo branco). A composição centesimal dos pães foi baseada nos dados das farinhas obtidos por Oliveira (2016) e pelas tabelas TACO (2011). Foram realizadas análises de umidade, atividade de água, volume específico e textura. Os oito pães também foram avaliados sensorialmente por 124 avaliadores/consumidores quanto à aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos e por análise descritiva com consumidores *Check All That Apply* (CATA). Também foi traçado o perfil sensorial dos pães por meio da análise descritiva Perfil Descritivo Otimizado (PDO) com 18 avaliadores. Os dados sensoriais obedeceram um delineamento de blocos completos casualizados com 124 avaliadores e analisados por ANOVA seguida de Teste de Fisher ($p < 0,05$) e teste de Cochran Q para CATA. Os dados de PDO foram analisados por ANOVA seguida de teste de Fisher ($p < 0,05$) e análise de componentes principais. A umidade, atividade de água e volume específico sofreram pequenas alterações ao mudar o tipo de genótipo de sorgo utilizado. O genótipo BR 501 (sorgo branco) foi o pão com menor umidade. Quanto a atividade de água não houve grande diferença, sendo todas maiores que 0,91. O volume específico foi maior no pão que utilizou farinha de sorgo comercial e menor no pão BR 305 (sorgo marrom). Todos os pães de sorgo tiveram valores inferiores que os obtidos no pão de arroz em coesividade, elasticidade e resistência. O pão com farinha de sorgo comercial foi o que obteve o menor valor de dureza, já os outros genótipos de sorgo geraram um pão pelo menos 118% mais duro. Na correlação dos dados sensoriais com os dados instrumentais foi possível perceber que a aceitação dos pães está mais relacionada com as características de gosto doce e aroma de pão tradicional e que algumas características tecnológicas como o volume específico não tem interferência em uma maior aceitação dos produtos. Já a questão da dureza (sensorial e instrumental) se mostra um atributo oposto à aceitação dos produtos. A formulação

desenvolvida obteve bons resultados de aceitação e dentre os pães elaborados com as farinhas de diferentes genótipos de sorgo os que se destacaram foram o BRS 332 (sorgo bronze), seguido do BRS 330 (sorgo bronze) e BR 501(sorgo branco).

Palavras-chave: sorgo, pão sem glúten, textura, análise sensorial

ABSTRACT

Nowadays there is a growing concern about health and a growing demand for healthy and innovative products. One of the changes in diet due to health concerns is the withdrawal of gluten from food. This protein is associated with gluten-sensitive enteropathy, also known as celiac disease (CD). The only treatment for people with CD is the withdrawal of gluten from food. Which is a challenge because foods that contain gluten are consumed daily, such as bread. But the technological and sensorial characteristics of the loaves such as elasticity, mass cohesion, softness and uniformity are conferred by gluten. In this way it is important to develop new gluten-free products with these characteristics. Sorghum is a gluten free cereal and has varieties with different levels of starch, protein and phenolic compounds, besides the rusticity and low cost, and has high potential to be inserted in human food. The objective of the study was to evaluate by means of sensory analysis and technological analyzes formulations of gluten - free breads based on six different genotypes of sorghum flour. Six sorghum genotypes were supplied by Embrapa Maize and Sorghum for the production of flours and breads, for the study were made a loaf of rice flour and commercial sorghum flour (white sorghum). The centesimal composition of the loaves was based on the data of the flour obtained by Oliveira (2016) and the tables TACO (2011). Analyzes of moisture, water activity, specific volume and texture were performed. The eight loaves were also sensorially evaluated by 124 evaluators / consumers regarding the acceptance with a structured hedonic scale of nine points and by a descriptive analysis with Check All That Apply (CATA) consumers. The sensory profile of the breads was also traced by descriptive analysis. Descriptive Optimized Profile (PDO) with 18 evaluators. The sensorial data obeyed a complete randomized complete block design with 124 evaluators and analyzed by ANOVA followed by Fisher's Test ($p < 0.05$) and Cochran Q test for CATA. PDO data were analyzed by ANOVA followed by Fisher's test ($p < 0.05$) and principal component analysis. The moisture, water activity and specific volume underwent minor changes when changing the type of sorghum genotype used. The genotype BR 501 (white sorghum) was the bread with lower humidity. As for the water activity, there was not much difference, all of them greater than 0.91. The specific volume was higher in bread that used commercial sorghum flour and lower in bread BR 305 (brown sorghum). All sorghum breads had lower values than those obtained in rice bread in cohesiveness, elasticity and resistance. The bread with commercial sorghum flour obtained the lowest hardness value, while the other sorghum genotypes generated at least 118% harder bread. In the correlation of the sensorial data with the instrumental data it was possible to perceive that the acceptance of the loaves is more related to the characteristics of sweet taste and aroma of traditional bread and that some technological characteristics like the specific volume does not interfere in a greater acceptance of the products. The question of hardness (sensorial and instrumental) is an attribute opposite to the acceptance of products. The formulation developed showed good acceptance results, and BRS 332 (sorghum bronze), followed by BRS 330 (sorghum bronze) and BR 501 (sorghum white), were among the breads made from flours of different sorghum genotypes.

Keywords: sorghum, gluten-free bread, texture, sensory analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Análise de textura TA.XTplus	48
Figura 2. Exemplo de avaliação para PDO	54
Figura 3. Pães sem glúten elaborados com as farinhas na seguinte ordem (esquerda para direita): sorgo comercial, arroz, BR 501, CMSS005, BRS 332, BRS 330, BR 305 E 1167048.	58
Figura 4. Concentração de carboidratos, lipídeos e proteínas dos pães.....	59
Figura 5. Valores energéticos dos pães	59
Figura 6. Mapa descritivo obtido por meio de análise de correspondência dos dados obtidos no teste CATA (n=124).....	79
Figura 7. Análise de coordenadas principais dos dados obtidos nos testes CATA e aceitação (n=124).....	80
Figura 8. Impacto dos atributos avaliados (CATA) sobre aceitação sensorial (n=124) ..	81
Figura 9. Cabines individuais montadas para as análises de PDO	86
Figura 10. Disposição das referências e amostras para aparência (A, B, C) e aroma (D, E ,F) no PDO usando escala não estruturada de 9cm.	87
Figura 11. Disposição das referências e amostras para sabor no PDO usando escala não estruturada de 9cm.	88
Figura 12. Disposição das referências e amostras para textura no PDO usando escala não estruturada de 9cm.	88
Figura 13a e 13b. Análise dos componentes principais de PDO gerada pelo plano fatorial (F1xF2). Figura 13 ^a mostra as variáveis e a Figura 13b as observações.....	93
Figura 14a e 14b. Representação gráfica do resultado da análise PLS relacionando os dados instrumentais, descritivos (PDO) e aceitação (escala hedônica estruturada de 9 pontos).	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química (%) de grãos de sorgo inteiros e em seus diferentes tecidos anatômicos.....	25
Tabela 2. Composição química (%) e valor calórico (kcal) de genótipos de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.....	25
Tabela 3. Genótipos de sorgo utilizados nas preparações dos pães	42
Tabela 4. Relação de ingredientes na preparação do pão de sorgo com base no mix de farinhas.	43
Tabela 5. Definições das variáveis utilizadas para análise de textura – de acordo com Szczesniak et al. (1963).	49
Tabela 6. Dados instrumentais dos pães controle e de sorgo.....	60
Tabela 7. Análise de textura dos pães sem glúten realizada pelo texturômetro.....	65
Tabela 8: Médias de aceitação (n=124) dos pães elaborados com diferentes farinhas, usando escala hedônica não estruturada de 9 pontos.	68
Tabela 9: Aceitação global geral e de segmentos de consumidores.....	69
Tabela 10 :Aceitação dos atributos por cluster usando escala hedônica estruturada de 9 pontos	71
Tabela 11. Perfil demográfico dos participantes geral e por cluster.	72
Tabela 12 Atributos levantados pela equipe de avaliadores	74
Tabela 13. Frequência de marcação dos termos para CATA e diferença entre as amostras para cada termo.....	77
Tabela 14 Teste de independência entre linhas e colunas da análise de correspondência.....	79
Tabela 15. Definição dos atributos sensoriais e dos materiais de referência usados no teste PDO.....	83
Tabela 16: Escores médios dos atributos sensoriais para os pães sem glúten na análise de PDO utilizando escala não estruturada de 9 cm.	91

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	12
LISTA DE FIGURAS.....	14
LISTA DE TABELAS.....	15
INTRODUÇÃO.....	20
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
1.1. SORGO.....	22
1.1.1 Valor nutricional e compostos bioativos.....	24
1.2 PANIFICAÇÃO.....	28
1.2.1 Glúten.....	29
1.2.2 Substitutos para o glúten.....	30
1.3 ANÁLISE SENSORIAL.....	34
1.3.1 Análise de Aceitação.....	35
1.3.2 Análises descritivas.....	36
1.3.2.1. <i>Check-all-that-apply</i> (CATA).....	37
1.3.2.2. Perfil Descritivo Otimizado (PDO).....	38
CAPITULO 2 – HIPÓTESES, OBJETIVOS, MATERIAL E MÉTODOS DE PESQUISA.....	40
2.1 HIPÓTESE DA PESQUISA.....	40
2.2 OBJETIVOS.....	40
2.2.1 Objetivo geral.....	40
2.2.2 Objetivos específicos.....	40
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.3.1 Recebimento dos grãos e produção das farinhas.....	41
2.3.2 Preparo dos pães.....	41
2.3.3. Análises químicas das farinhas.....	44
2.3.3.1. Umidade.....	44
2.3.3.2 Resíduo mineral fixo.....	45
2.3.3.3. Proteína Bruta.....	45
2.3.3.4 Extrato etéreo.....	45
2.3.4. Análises físicas e textuométricas.....	45
2.3.4.1. Rendimento e volume específico.....	45
2.3.4.2. Análise de umidade dos pães.....	46
2.3.4.3 Atividade de água (<i>A_w</i>).....	47
2.3.4.4 Análises textuométricas.....	47
2.3.5 Avaliação sensorial dos pães de sorgo.....	51

2.3.5.1. Aceitação.....	51
2.3.5.2. <i>Check all that apply</i> (CATA)	51
2.3.5.1.2 Levantamento de atributos	52
2.3.5.1.2 Aceitação e avaliação descritiva	52
2.3.5.2. Perfil descritivo otimizado (PDO).....	53
CAPÍTULO 3	55
PARTE 2 – Artigo Revisão Sistemática	55
CAPÍTULO 3	58
PARTE 2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
3.1 Pães	58
3.2 Análises físicas e texturométricas	60
3.3 Avaliação sensorial dos pães de sorgo	67
3.3.1. Aceitação.....	67
3.3.2. <i>Check all that apply</i> (CATA)	73
3.3.2.1 Levantamento de atributos	73
3.3.2.2 Análise descritiva CATA	74
3.3.3. Perfil Descritivo Otimizado (PDO)	81
3.3.3.1 Seleção dos avaliadores	81
3.3.3.2 Definição da terminologia descritiva.....	82
3.3.3.3. Avaliação final dos produtos.....	85
3.3.3.4. Análise de Componentes Principais (ACP)	93
3.3.4. Correlação entre dados sensoriais (Aceitação e PDO) e instrumentais.....	94
CONCLUSÃO	99
REFERÊNCIAS.....	100
ANEXOS	120
APÊNDICES	129

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma: Capítulo 1, composto pela revisão bibliográfica; Capítulo 2 com as hipóteses, objetivos e material e métodos da pesquisa; Capítulo 3, dividido em duas partes, sendo que a Parte 1 apresenta um artigo de revisão sistemática intitulado “*Validation of rapid descriptive sensory methods against conventional descriptive analyses: a systematic review*”, desenvolvido a fim de justificar a utilização de metodologias descritivas rápidas que foram utilizadas no desenvolvimento dessa dissertação. Esse artigo foi submetido ao periódico *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Optou-se pela reprodução do texto do artigo de acordo com as normas exigidas pela revista. A Parte 2 apresenta os resultados, discussão da pesquisa realizada no mestrado. Ao final da parte 2 do Capítulo 3, a conclusão geral da pesquisa é apresentada.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a saúde aumentou nos últimos anos devido às mudanças ocorridas nas situações demográficas, socioeconômicas, agrícolas e de saúde relacionadas a fatores como urbanização, crescimento econômico, mudanças tecnológicas e culturais (BRASIL, 2007; POPKIN; ADAIR; NG, 2012). Uma das mudanças na alimentação devido à preocupação com a saúde foi o aumento da restrição e a retirada do glúten (proteína tridimensional presente no trigo, aveia, centeio, cevada e malte) da alimentação, devido a reações adversas como alergia ou sensibilidade à essa proteína, conhecida como Doença Celíaca (DC).

O tratamento da DC consiste na adoção de uma dieta isenta de glúten, que representa uma drástica mudança no estilo de vida dos pacientes (PEREIRA et al., 2013). Embora possa parecer simples, a remoção de glúten da alimentação é uma tarefa difícil, pois alimentos que contêm glúten são consumidos diariamente e, muitas vezes, em mais de uma refeição no dia (ARAÚJO et al., 2010; SAPONE et al., 2012). O glúten é amplamente utilizado pela indústria de alimentos devido às características tecnológicas e sensoriais desejáveis que ele fornece ao alimento, tais como elasticidade, coesão da massa, firmeza, umidade, textura e uniformidade. Por esse motivo, torna-se um desafio a retirada do glúten na tecnologia de panificação. A fim de se contornar tais problemas, alimentos diversificados vêm sendo estudados de forma individual ou conjunta com melhoradores nas preparações isentas de glúten, dentre os quais pode-se destacar o sorgo (PINELI et al, 2015).

O Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é o quinto cereal mais produzido no mundo, ficando atrás apenas do arroz, trigo, milho e cevada. É cultivado em ambientes com terras muito secas e/ou muito quentes, diferentemente de outros tipos de cereais que necessitam de condições mais favoráveis para se desenvolverem. Em países da África e da Ásia, o sorgo é um cereal que faz parte da alimentação básica de muitas pessoas, porém no Brasil, a grande parte da produção é destinada para a alimentação animal e não faz parte dos hábitos alimentares da população (FAO, 2015). A Embrapa Milho e Sorgo possui mais de 6000 acessos de sorgo no Banco Ativo de Germoplasma

(BAG), bem como diversas variedades e híbridos de sorgo com diferentes teores de amido, proteínas e compostos fenólicos, representando variável potencial para a alimentação humana (QUEIROZ et al., 2009).

Devido a rusticidade do grão de sorgo e a planta ser resistente ao estresse hídrico e a elevações de temperatura, esse grão se torna um alimento estratégico no contexto de mudanças climáticas e aquecimento global. Dessa forma, a utilização desse cereal na alimentação humana pode contribuir para a diversificação dietética, a segurança alimentar e a melhoria do perfil nutricional (TAYLOR et al., 2006).

Os farelos provenientes de cultivares de sorgo mais pigmentados, como os marrons e os vermelhos, em combinação com outros ingredientes, fornecem produtos de panificação de coloração mais escura, bastante desejável devido à aparência "natural" e saudável de produto integral (ANGLANI, 1998; QUEIROZ, 2009; WU et al., 2012). Poucos estudos avaliaram o impacto sensorial e tecnológico de pães desenvolvidos com farinha de diferentes genótipos de sorgo. De acordo com Pineli et al. (2015), estudos com aplicação tecnológica de farinhas de sorgo na panificação não deixam claro que genótipo foi usado nem suas características, o que torna difícil a replicação do uso em função da grande variabilidade genética do sorgo.

Diante do exposto, constata-se a importância do desenvolvimento de novos produtos isentos de glúten que apresentem características sensoriais e tecnológicas semelhantes às aquelas que o glúten confere às preparações, além de aprimorar e desenvolver outras opções alimentícias saudáveis para ampliar a oferta de produtos e proporcionar maior aceitação de novos padrões alimentares. Em função da rusticidade, baixo custo, alta variabilidade genética do sorgo e sua consequente contribuição para a segurança alimentar e diversidade dietética, a elaboração de pães isentos de glúten com essas farinhas e a aplicação de melhoradores de farinhas para o aumento de volume, podem resultar em produtos com características nutricionais e tecnológicas satisfatórias. Os pães de sorgo isentos de glúten poderão ser bem-sucedidos na competição com o arroz, o milho e o trigo, desde que apresentem a conveniência e a qualidade desejadas pelos consumidores.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. SORGO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é um cereal sem glúten nativo da África Central, domesticado para consumo humano e animal por volta de 4.500 a 1.000 a.C., ao mesmo tempo em que o cultivo de outros cereais era introduzido no Egito Antigo (AWIKA, ROONEY, 2004). As primeiras introduções do sorgo nas Américas ocorreram no Caribe, trazidas por escravos africanos. Por volta da metade do século XIX atingiu o sudoeste dos Estados Unidos (EUA) (QUEIROZ, 2009). No início do século XX o sorgo foi cultivado nos EUA para a produção de xarope ou melaço, os cultivares eram de porte muito alto e tardias com algumas semelhanças com os atuais sorgos forrageiros para silagem. Na segunda metade do século XX, com a mecanização, novas seleções foram sendo feitas a partir dos materiais originais e mais valores foram sendo acrescentados às cultivares como precocidade e também o porte cada vez mais baixo (COLLAR, 2014; QUEIROZ, 2009).

A partir da década de 1940, a cultura de sorgo granífero ganhou expressividade em várias regiões do Oeste dos EUA. No início dos anos 1960 os cientistas J.R. Quinby e J.C. Stephens viabilizaram os híbridos de sorgo nos EUA, que se difundiram rapidamente para diversos países como Argentina, México, Austrália, China, Colômbia, Venezuela, Sudão, Etiópia e Brasil (RIBBAS, 2003).

No Brasil, o sorgo também chegou com os escravos africanos e provavelmente as primeiras sementes de sorgo trazidas entraram pelo Nordeste. A partir da segunda década do século XX o sorgo começou a ser cultivado de forma ordenada e orientada por institutos de pesquisas públicas e universidades. No início dos anos 1970, o sistema de produção e distribuição de sementes melhoradas teve seu início e os híbridos de sorgo granífero (porte baixo) chegaram ao Brasil por meio da fronteira gaúcha com os países latinos. Por causa do trabalho de melhoramento dos híbridos, o sorgo chegou a São Paulo e então a cultura se expandiu para os estados centrais nos últimos 25 anos. O sorgo é considerado uma cultura alternativa ao milho no sistema de

sucessão de culturas, o preço do sorgo é atrelado ao preço do milho, sendo 80% do preço desse. O custo de produção do sorgo é semelhante ao do milho, pois para se obter boa produtividade as técnicas são semelhantes (DUARTE, 2010). Atualmente, a região Centro-Oeste é a maior área produtora de sorgo do país (EMBRAPA, 2012).

Do ponto de vista agrônômico, o sorgo é classificado em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta e; vassoura. O granífero inclui os tipos de porte baixo e são adaptados para colheita mecânica. O segundo inclui tipos de porte alto apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui os tipos utilizados para pastejo e o último grupo inclui tipos que de suas panículas são confeccionadas vassouras (EMBRAPA, 2012).

Dos grupos citados acima o sorgo granífero é o que tem maior expressão econômica e é o quinto cereal mais importante do mundo e cultivado em áreas ambientais muito secas ou muito quentes, e em lugares em que a produção de cereais não é valorizada economicamente (AWIKA, ROONEY, 2004). A produção desse cereal ainda é mais voltada para o consumo animal, 35% é cultivado diretamente para consumo humano no mundo (AWIKA, ROONEY, 2004).

Na África e na Ásia e em outros países em desenvolvimento o sorgo tem sido utilizado como alimento básico de mais de 500 milhões de pessoas. Nesses países estima-se que o cereal supre 70% da ingestão calórica diária, destacando um papel importante na segurança alimentar e nutricional (DICKO et al., 2006; MUTISYA et al., 2009).

Diversos produtos alimentícios utilizam o sorgo no seu preparo como o *bouillie* (África e Ásia), cuscuz (África), *injera* (usado na Etiópia), *kisra* (pão fermentado tradicional do Sudão), *dolo*, *tchapallo*, *pito*, *burukutu* (cervejas tradicionais na África), *roti* e *chapatti* (pães não fermentados feitos de sorgo ou milheto, comuns na Índia, em Bangladesh, no Paquistão e em países árabes), *tortilhas* (na América Latina), produtos de panificação (Estados Unidos, Japão, África), dentre outros (ACHI, 2005; DICKO et al., 2005; MAHGOUB et al., 1999; YETNEBERK et al., 2004).

Já no Brasil, o sorgo é cultivado visando a alimentação animal, praticamente ainda não há consumo de sorgo na alimentação humana. Nas décadas de 1980 e 1990,

alguns estudos no Brasil com utilização de farinhas mistas mostraram que o sorgo poderia ser utilizado em conjunto com a farinha de trigo para produtos de panificação com poucas alterações nos produtos. Os genótipos de sorgo utilizados eram os que forneciam farinhas brancas (QUEIROZ, 2009).

No Japão e nos EUA, o sorgo branco já é utilizado para a produção de snacks e biscoitos (ROONEY, 2001). Essas cultivares de sorgo branco apresentaram em alguns estudos boas propriedades e características tecnológicas para a produção de cookies, tortilhas e massas alimentícias (SANCHEZ, 2003). Segundo Rooney (2001), na América Central o sorgo já é utilizado para a produção de alimentos de boa aparência, qualidade consistente e preços competitivos. Os farelos de cultivares de sorgo mais pigmentados (marrons e vermelhos) fornecem produtos de panificação de cores mais escuras, que são desejáveis devido à aparência de produtos integrais, e na indústria em alguns produtos, como no pão de centeio, são utilizados corantes para a obtenção dessas cores (AWIKA; ROONEY, 2004).

As farinhas de sorgo de cultivares comercializadas no Brasil também têm potencial para a sua utilização na indústria de alimentos. Tanto a granulometria das farinhas obtidas como a utilização do grão de sorgo em outras formas (extrusado, pipoca de sorgo) podem ser utilizados para alimentação humana (QUEIROZ et al., 2009).

As variedades de sorgo estudadas nesse trabalho, fornecidas pela Embrapa Milho e Sorgo, ainda não foram totalmente caracterizadas e nem utilizadas em preparações de pães isentos de glúten, e são poucos os estudos traçando o perfil sensorial e tecnológico de pães elaborados com esses genótipos.

1.1.1 Valor nutricional e compostos bioativos

O sorgo possui valor nutricional semelhante ao milho e também varia bastante entre as cultivares (WANISKA, 2000). Um dos principais componentes dos grãos é o amido, seguido por proteínas, polissacarídeos não amiláceos e lipídios (DICKO et al., 2006).

Os estudos feitos por Waniska (2000) e Conceição et al. (2009) mostram, respectivamente, a composição química de grãos de sorgo (pericarpo, endosperma e gérmen) e a composição química de oito genótipos de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo como podem ser vistos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição química (%) de grãos de sorgo inteiros e em seus diferentes tecidos anatômicos

		Grão inteiro	Endosperma	Germe	Pericarpo
Grão inteiro	Média	100	84,2	9,4	6,5
	Min - máx	-	81,7 - 86,5	8,0 -10,9	4,3 – 8,7
Proteínas	Média	11,3	10,5	18,4	6,0
	Min - máx	7,3-15,6	8,7-13,0	17,8-19,2	5,2-7,6
	Distribuição	100	80,9	14,9	4,0
Fibra Alimentar	Média	2,7	-	-	-
	Min - máx	1,2 – 6,6	-	-	-
	Distribuição	100	-	-	-
Lipídios	Média	3,4	0,6	28,1	4,9
	Min - máx	0,5-5,2	0,4-0,8	26,9-30,6	3,7-6,0
	Distribuição	100	13,2	76,2	10,6
Cinzas	Média	1,7	0,4	10,4	2,0
	Min - máx	1,1-2,5	0,3-0,4	-	-
	Distribuição	100	20,6	68,6	10,8
Amido	Média	71,8	82,5	13,4	4,6
	Min - máx	55,6-75,2	81,3-83,0	-	-
	Distribuição	100	94,4	1,8	3,8

Fonte: Adaptado de Waniska (2000)

Tabela 2. Composição química (%) e valor calórico (kcal) de genótipos de sorgo da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Genótipo	Proteína	Lipídios	Carboidratos*	Cinzas	Água	Calorias
	%			Kcal		
BR501	9,91	3,07	73,90	1,51	11,59	362,8
BR007B	10,31	2,33	73,97	1,46	11,90	358,0
BRS310	11,59	2,61	71,80	1,43	12,85	357,0
BR700	8,57	1,94	76,36	1,23	11,88	357,1
BRS309	11,97	2,48	72,92	1,36	11,25	361,8
BRS305	10,11	2,60	73,48	1,32	12,45	357,7
BR506	11,43	2,36	72,37	1,93	11,89	356,4
SC283	10,99	1,24	73,69	1,49	12,56	349,8
Média	10,61	2,33	73,56	1,47	12,05	357,6
Min - máx	8,5 - 11,97	1,24- 3,07	71,8- 76,36	1,23- 1,93	11,25- 12,85	349,8- 362,8

Fonte: Adaptado de Conceição et al. (2009) ; *sem descontar fibra alimentar.

A proteína do grão de sorgo é considerada de baixo valor biológico por ser pobre em lisina. O estudo de Waniska (2000) mostra que os teores de proteínas do grão de sorgo variam entre 7,3% e 15,6%, com uma média de 11,3%. As concentrações de lipídios e de fibras na farinha dependem da extensão da remoção do pericarpo e do gérmen no processo de descorticação, degerminação e moagem dos grãos (ANGLANI, 1998). As variedades utilizadas nesse estudo foram fornecidas pela Embrapa Milho e Sorgo e estão sendo caracterizadas.

Outras características importantes e de interesse na saúde também foram descritas nos grãos de sorgo, como o amido resistente, fibra alimentar e diversos compostos bioativos. Esses compostos estão distribuídos nas diferentes partes dos grãos (pericarpo, camada de aleurona, endosperma) (NILSSON et al., 1997; SHIN et al., 2004; DICKO et al., 2006).

A fibra alimentar contribui para a prevenção de doenças cardiovasculares e gastrointestinais, assim como no controle do Diabetes tipo 2. A recomendação do consumo de fibras da Associação Dietética Americana (ADA) é de 20 a 35g por dia. Como o farelo de sorgo é uma fonte de fibras insolúveis, pode ser utilizado para aumentar o teor de fibras alimentares quando adicionados a produtos como os pães (OHR, 2004; TOELLER, 2002).

Têm sido atribuídos ao amido resistente, efeitos fisiológicos, benéficos, como redução da glicemia pós-prandial e dos níveis de LDL e triglicerídeos plasmáticos. Como o amido resistente não é digerido no intestino delgado ele se torna disponível como substrato para a fermentação das bactérias anaeróbicas do cólon e dessa forma ele traz benefícios assim como a fibra alimentar no trato digestório (WALTER et al., 2005; QUEIROZ, 2009).

Estudos como de Awika e Rooney (2004) mostram que o sorgo também é fonte de compostos como taninos, ácidos fenólicos e antocianinas, e os valores desses compostos variam de acordo com o genótipo do grão. Nesse mesmo estudo foi feita uma comparação da capacidade antioxidante apresentada pelos farelos de sorgo contendo tanino, em comparação a frutas usualmente citadas como fontes de antioxidantes. A conclusão demonstrou seu elevado potencial como fonte natural desses compostos.

A maioria dos ácidos fenólicos do sorgo são derivados dos ácidos benzoico ou cinâmico e encontram-se no pericarpo (farelo) dos grãos. Segundo Awika e Rooney, (2004) esses compostos apresentam um boa atividade antioxidante *in vitro*, e contribuem para os benefícios à saúde quando associados a consumo de grãos integrais. No sorgo, os taninos estão localizados na testa (espessa camada abaixo do pericarpo) e variedades do tipo marrom possuem testa espessa pigmentada e por esse motivo apresentam maior concentração de fenólicos totais, taninos e atividade antioxidante (AWIKA, 2003).

Os taninos possuem efeitos anticarcinogênicos, antimutagênicos e antimicrobianos que podem estar relacionados com as suas características antioxidantes. Alguns estudos relataram que os genótipos de sorgo contendo taninos reduzem a disponibilidade calórica e, devido a isso, reduzem o ganho de peso dos

animais. Nesse contexto, estudos estão sendo realizados para verificar o potencial dessas substâncias no controle da diabetes e obesidade em humanos (AWIKA, ROONEY, 2004).

O uso do sorgo para a produção de pães, bolos e biscoitos tem sido muito estudado para avaliar as vantagens da utilização desse grão e inserção na alimentação humana.

1.2 PANIFICAÇÃO

O pão é um alimento que começou a ser consumido há milhares de anos, quando os homens que viviam de caça começaram a comer cereais. E em suas diversas formas o pão é um dos alimentos mais consumidos pela humanidade. Tradicionalmente o pão é feito com farinha de trigo devido às proteínas presentes no trigo que quando misturadas com água forma uma massa glutinosa que se torna o pão (massa esponjosa) (FARMER 2000; CAUVAIN, YOUNG, 2009).

Ao longo dos séculos foram desenvolvidas diferentes formas de fazer pão e como empregar melhor as matérias primas disponíveis para obter as qualidades desejadas nos pães. A qualidade dos pães depende das características do miolo, casca, volume, aroma e textura e essas características são influenciadas por diversos fatores. Em geral a característica do pão e de outros produtos fermentados depende muito da formação de uma rede de glúten na massa, não apenas para aprisionar o gás na fermentação, mas também para contribuir com a formação do miolo que depois de assado confere textura e qualidades sensoriais ao pão (CAUVAIN, YOUNG, 2009; FARMER, 2000; SUN et al., 1999).

Devido a alergias e intolerâncias ao glúten, vários produtos sem glúten foram desenvolvidos com base no amido do trigo, do qual todos os traços de proteínas foram removidos. Essa “massa” formada a partir de formulações à base de amido está mais próxima da viscosidade de massas de bolos do que de massas de pães e em consequência dessa semelhança, muitas técnicas são utilizadas para estabilizar as bolhas de gás durante o processamento e assamento. Na ausência da formação de glúten, uma contribuição significativa para a estrutura final do pão é devido a

gelatinização do amido na farinha e essa deve ser uma das características exploradas ao se fabricar pães sem glúten (CAUVAIN, YOUNG, 2009).

A substituição do trigo por outros produtos é desafiadora, principalmente em produtos de panificação. O principal substituto para farinha de trigo atualmente é o arroz, e essa alternativa é interessante, pois é hipoalergênica, possui sabor suave, coloração branca e boa digestibilidade. Entretanto, por não apresentar em sua constituição proteínas formadoras de glúten, não consegue gerar uma estrutura que mantenha as mesmas características de quando utilizado o trigo (ALMEIDA, 2011). A adição de ingredientes como hidrocolóides, emulsificantes, produtos lácteos, proteínas, amido gelatinizado e enzimas tem sido estudada para substituição de glúten, pois em produtos isentos de glúten é necessário desenvolver uma estrutura similar à rede de glúten para manter o gás carbônico, volume, crocância e outras características adequadas (RAMOS *et al.*, 2011; CAUVAIN, YOUNG, 2009)

1.2.1 Glúten

O glúten é uma rede proteica que está presente no trigo, na cevada, aveia e no centeio e é obtido pela lavagem de farinhas desses cereais após a remoção dos grânulos de amido. Ele é um complexo de proteína-lipídio-carboidrato com a seguinte composição: 75% de proteína, 15% de carboidrato, 6% de lipídios e 0,8% de minerais. composto por gliadinas que pertencem à classe das prolaminas e; pela glutenina, que pertence à classe das glutelinas (TEDRUS, 2002).

A gliadina e a glutenina quando hidratadas e sob energia mecânica formam uma rede tridimensional, viscoelástica, insolúvel em água e extremamente importante por sua capacidade de influenciar na qualidade dos produtos de panificação e das massas. As gliadinas são proteínas de cadeias simples, gomosas, e são responsáveis pela consistência e viscosidade da massa. Já as gluteninas apresentam cadeias ramificadas, elásticas, mas não coesivas e são responsáveis pela extensibilidade da massa. A concentração destas duas proteínas no trigo é responsável pela qualidade da rede de glúten formada no processo de mistura da massa (ARAÚJO *et al.*, 2009).

O trigo apresenta proteínas com capacidade para formação de massas que nenhum outro cereal apresenta. Os cereais que mais se aproximam dessas características são o centeio e o triticale, porém as suas características são mais fracas que as de trigo, com menos viscoelasticidade (TEDRUS, 2002).

O glúten é uma proteína muito importante para as preparações que necessitam de crescimento, porque forma finas membranas que retêm as bolhas de gás produzidas pelos agentes de crescimento. Quando entra em contato com o calor o glúten se desnatura e forma uma crosta que limita os orifícios produzidos na expansão do gás no interior da massa e confere característica crocante aos produtos (ARAÚJO et al., 2009; ORNELLAS, 2001).

Em panificação o glúten retém o gás carbônico produzido durante o processo fermentativo e assim faz com que o pão aumente de volume. A farinha de trigo misturada com água (em proporções adequadas) forma uma massa viscoelástica que retém os gases e após aquecimento forma uma estrutura esponjosa (miolo) (FERRARI, 1998).

As funcionalidades das proteínas do glúten são essenciais para a qualidade de um pão. Embora as propriedades reológicas da massa sejam determinadas pelas proteínas do glúten do trigo as interações com outros componentes da farinha podem afetar as suas propriedades reológicas, como ação de oxidantes, agentes de redução e hemiceluloses (ARENDT et al., 2002).

Essas propriedades reológicas estão associadas à qualidade textuométrica dos produtos de panificação, que também influenciam na aceitabilidade de pães. A preparação de alimentos sem glúten que atendam aos requisitos nutricionais e sensoriais, para pessoas com restrição ao glúten, inclui o uso de amidos, produtos lácteos, gomas e hidrocolóides e outras proteínas, com a intenção de melhorar características tecnológicas como a maciez, coesão da massa, elasticidade e uniformidade (ARENDT et al., 2002).

1.2.2 Substitutos para o glúten

Os portadores de Doença Celíaca (DC) e as pessoas intolerantes ao glúten não devem consumir preparações com essa proteína e essas preparações que levam farinha de trigo devem ser substituídas por outras opções com farinha de arroz, amido de milho, farinha de milho, fubá, farinha de mandioca, polvilho e fécula de batata (ACELBRA, 2016), sendo também possível a substituição por farinhas de quinoa, amaranto, baru e também pela farinha de sorgo, a maioria ingredientes com alta proporção de amido (ACELBRA, 2016; SOUZA, 2001; PINELI et al, 2015).

O amido é um polissacarídeo de reserva e o componente mais abundante em muitas plantas e tem algumas propriedades que determinam a sua funcionalidade em muitas aplicações de alimentos, como em produtos de panificação, em que contribui para a textura, aparência e aceitação global de alimentos à base de cereais (WARD, ANDON, 2002). A maior parte dos grânulos de amido é composta de uma mistura de amilose e amilopectina. As proporções de amilose e amilopectina são variáveis entre os amidos de diferentes espécies vegetais e, mesmo entre amidos da mesma espécie, variando de acordo com o grau de maturação das plantas. Os amidos do trigo e do milho contêm 26 a 30% de amilose. O arroz apresenta variação de 8% a 30% de amilose. Já os tubérculos como batata e mandioca contêm pequenas quantidades de amilose (17% a 23%) e uma maior quantidade de amilopectina. Para a substituição da farinha de trigo é recomendado a utilização de produtos que contenham características de amido semelhantes (ARENDRT et al., 2002).

Farinhas como a de arroz, milho, amaranto e quinoa são utilizadas como substitutos da farinha de trigo em alimentos sem glúten. A primeira por ser um subproduto do beneficiamento do arroz, aumenta o valor agregado na produção de pães. A farinha de milho contém uma proteína que auxilia na capacidade de retenção de gás, o que pode conferir elasticidade às preparações. Porém todas essas farinhas devem ser combinadas com outros ingredientes e com hidrocoloides para um melhor resultado na fabricação de produtos de panificação (TEDRUS, 2002; FREELAND-GRAVES, 1995).

A farinha de sorgo está se tornando cada vez mais comum em produtos de panificação sem glúten, principalmente porque ela tem propriedades nutritivas interessantes, antioxidantes e sabor suave (QUEIROZ et al., 2009). Segundo Dahlberg

et al. (2004) o sorgo, devido a seus compostos fenólicos e composição de amido, é adequado para o desenvolvimento de produtos de panificação saudáveis e isentos de glúten.

Os hidrocoloides são polímeros hidrófilos de origem vegetal, animal, microbiana, ou material sintético. Eles são amplamente utilizados para controlar as propriedades funcionais dos produtos alimentares (WILLIAMS, 2000). São normalmente adicionados a produtos contendo amido, devido ao seu efeito desejável sobre a textura, as características viscoelásticas do alimento e também por retardarem a retrogradação do amido (ARMERO, 1996a). Os hidrocoloides também podem ser utilizados como substitutos para gordura, para prolongar a qualidade geral dos produtos durante o armazenamento e funcionam como substitutos do glúten na elaboração de pães sem glúten (TOUFEILI et al., 1994; GURKIN, 2002).

Vários estudos têm sido realizados mostrando o potencial dos hidrocoloides como melhoradores para a produção de produtos sem glúten. Nesses estudos vários hidrocoloides foram investigados para a produção de pães sem glúten como hidroxipropilmetil celulose (HPMC), carboximetilcelulose (CMC), metilcelulose (MC), β -glucanas, psyllium, goma guar e goma xantana (HAQUE, MORRIS, 1994; GALLAGHER et al. 2004a e MOORE et al. 2004). Uma revisão sistemática realizada por Pineli et al (2015) avaliou o uso do sorgo para produção de pães sem glúten e nos estudos avaliados nessa revisão a maioria utilizou algum tipo de hidrocoloide com a intenção de melhorar a qualidade dos pães de sorgo.

De acordo com Rosell et al. (2001), hidrocoloides melhoram o desenvolvimento de massa e retenção de gás, aumentando a viscosidade da massa e conseqüentemente o volume pão. Porém, esse aumento de volume do pão, sem dúvida, depende da fonte do hidrocoloide, de sua estrutura química, da dosagem de hidrocoloide em formulações de massa e interação com os tipos de farinhas utilizados (PINELI et al., 2015; ARENDT et al., 2002; BARCENAS et al., 2004).

A goma xantana (GX) é um polissacarídeo produzido por bactérias do gênero *Xanthomonas* e sua utilização pode ser como espessante, estabilizante e como agente de viscoelasticidade para substituto do glúten (MOHAMMADI et al., 2014; MIR et al., 2016).

Os hidrocoloides são ingredientes essenciais para a produção de pães sem glúten, uma vez que eles são capazes de imitar as propriedades viscoelásticas dessa rede proteica. Também são conhecidos por reduzir o endurecimento, melhorar a ligação de água, e melhorar a estrutura global do pão. Alguns estudos sugerem que a GX e HPMC são os hidrocoloides mais adequados para as formulações de pães isentos de glúten (PINELI et al, 2015, MOHAMMADI et al., 2014).

Na revisão sistemática conduzida por Pineli et al. (2015) o uso da goma xantana para a produção dos pães de sorgo melhorou características da casca, porém como foi associada ao leite desnatado, reduziu o volume específico dos pães. A mesma revisão sistemática não mostrou nenhum estudo que utilizou somente a goma xantana para a produção de pães de sorgo e a quantidade de hidrocolóides geralmente utilizadas para a produção de pães de sorgo foi de 1% a 2%.

Em um estudo de revisão feito por Mir et al. (2016) foi verificado que a goma xantana contribui para o aumento da elasticidade e viscosidade na produção de pães sem glúten. Do ponto de vista tecnológico o uso da GX contribuiu para o aumento do volume específico e redução na dureza dos pães. Em outro estudo realizado por Lorenzo, Zaritzky e Califano (2008) foi verificado que as formulações contendo GX exibiram maior elasticidade.

Shittu et al. (2009) observaram que o volume específico e a maciez dos pães foram maiores quando adicionado 1% de GX às formulações. Essa quantidade de hidrocoloide deixou o pão com um miolo mais aberto e também resultou em maior aceitação sensorial. Após o armazenamento também foi verificado que a perda de umidade e o endurecimento do pão foram reduzidos, quando comparados a outros percentuais de adição de GX.

Em um estudo utilizando genótipos diferentes de sorgo para produção de pães sem glúten utilizando goma xantana, foi observado que quando se aumenta a quantidade do hidrocoloide há uma diminuição no volume específico e também na dureza do miolo dos pães de sorgo (SCHOBER et al. 2005). Os efeitos dos hidrocoloides na estrutura do amido e as propriedades mecânicas resultam no aumento da rigidez do miolo como consequência de uma diminuição no inchamento dos grânulos de amido (BILIADERIS et al 1997).

Dessa forma é preciso avaliar o uso de hidrocolóides e outros substitutos de glúten nas preparações, em relação às mudanças nas características tecnológicas e sensoriais dos produtos.

1.3 ANÁLISE SENSORIAL

Análise sensorial pode ser definida como a ciência que estuda o processo de percepção dos seres humanos, diante de estímulos visuais, olfativos, gustativos, auditivos e táteis, produzidos por diferentes produtos e estímulos (STONE & SIDEL, 2012, MINIM, SILVA, 2016).

A análise sensorial na área de ciência dos alimentos é uma ferramenta básica para aplicação nas indústrias de alimentos, para desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade e até na estratégia de marketing utilizada para a venda de novos produtos (MEILGAARD et al., 2006). O avaliador pode auxiliar a medir os atributos sensoriais; identificar características ou propriedades de interesse na qualidade sensorial como sabor, cor, odor, textura, entre outros; detectar se há diferença entre dois ou mais produtos (testes discriminativos) além de determinar o grau em que aceita ou não um produto, relacionando-o à sua intenção de compra (testes afetivos) (MEILGAARD et al., 2006). Sempre que há desenvolvimento de novos produtos ou modificações em formulações deve ser realizada uma análise sensorial.

A sequência de avaliação de um alimento inicia com a aparência, após o aroma, sabor e textura. No processo geral da percepção, os atributos se sobrepõem, surgem naturalmente quase que simultaneamente. Para que esses atributos sejam avaliados isoladamente, as pessoas precisam ser treinadas e condicionadas (MEILGAARD et al., 1999).

Dessa forma a análise sensorial de alimentos é uma ferramenta importante em todas as etapas de desenvolvimento de um produto, pois estuda a relação dos atributos sensoriais e aceitação de um produto, para estabelecer a sua formulação ou reformulação (CAPORALE et al. 2005)

Dependendo do objetivo do teste sensorial, deve-se escolher utilizar entre métodos discriminativos, descritivos ou afetivos. Quando a intenção é traçar o perfil sensorial de um produto os três métodos são utilizados de forma complementar. Para a

aplicação de testes sensoriais é necessário ter a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa e todos os documentos relacionados para a realização dos testes.

1.3.1 Análise de Aceitação

Os testes afetivos são utilizados quando é preciso saber o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de um produto e para esse tipo de teste são utilizadas escalas hedônicas. As escalas hedônicas podem ser faciais, verbais, de categoria, escalas estruturadas e não estruturadas (TEIXEIRA et al., 1987; MORAES, 1988).

Para a aplicação desses testes é necessário ter um número mínimo de avaliadores. Testes em locais centrais devem ter pelo menos 100 avaliadores (STONE, SIEDEL, 2012). Para testes em laboratórios de análise sensorial recomenda-se desde 25 a 50 pessoas (STONE, SIEDEL, 2012; MINIM, 2006) até 112 pessoas (HOUGH et al., 2006).

Para participar de um teste de aceitação os avaliadores não treinados (consumidores) devem ser selecionados por meio de uma ficha de recrutamento e o avaliador deve ser consumidor do produto avaliado. O avaliador também deve entender a importância do teste para que ele possa cooperar de forma satisfatória durante o teste. Antes da realização do teste o pesquisador deve orientar o avaliador de forma clara (OLIVEIRA, 2010).

As amostras devem ser padronizadas. O pesquisador deve determinar a quantidade necessária do produto para avaliação, deve manter no laboratório de análise sensorial o registro dos dados pertinentes à origem do produto e todos os produtos representativos da amostra devem ser de uma única origem (mesmo lugar, mesma linha de produção, fabricação na mesma data) (NORONHA, 2003).

Todas as amostras devem ser codificadas com três dígitos aleatórios para evitar vieses de pesquisa quanto a identificação da amostra. A ordem de apresentação das amostras deve ser balanceada. A temperatura em que a amostra é servida deve ser a temperatura em que o alimento é normalmente consumido. Durante o teste sensorial é importante que exista um líquido para a limpeza do paladar entre as amostras (OLIVEIRA, 2010).

Os dados obtidos em um teste de aceitação em que se utiliza escala hedônica são submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida de outro procedimento estatístico, que são testes de comparações de médias, para verificar se há diferença significativa, em um determinado nível de confiança, que é normalmente 95% (STONE, SIDEL, 2012; MEILGAARD et al., 2006).

1.3.2 Análises descritivas

Os métodos descritivos fazem a descrição (aspecto qualitativo) e quantificam (aspecto quantitativo) os atributos sensoriais de alimentos e bebidas. Fornecem resultados detalhados, confiáveis e consistentes e em geral precisam de avaliadores treinados (VARELA, ARES, 2012).

Os métodos descritivos têm como objetivo descrever as propriedades sensoriais dos produtos e medir a intensidade percebida dessas propriedades. Dentre os métodos, a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é considerada padrão ouro, por proporcionar uma descrição completa das propriedades sensoriais de um produto. Seus resultados podem ser úteis para o estabelecimento de controle de qualidade eficiente, para formular ou aperfeiçoar produtos, assim como para avaliar potenciais oportunidades de mercado (VERRUMA-BERNARDI, DAMÁSIO, 2004).

O perfil sensorial pode ser utilizado quando não é possível determinar por métodos instrumentais variáveis como o aroma, sabor, textura de um alimento. Os descritores utilizados para a determinação do perfil sensorial de um produto devem ser independentes, ter precisão e poder discriminativo (MEILGAARD, 1999).

Dentro das técnicas descritivas, em geral a formação de equipes treinadas requer longo tempo, o que muitas vezes dificulta a aplicação desses métodos. Na última década diversos pesquisadores têm conduzido estudos para o desenvolvimento de metodologias descritivas rápidas que possibilitem a obtenção do perfil sensorial dos alimentos em menor tempo e com menor custo (MINIM, SILVA, 2016).

Alguns pesquisadores também têm estudado processos para otimizar a avaliação das características sensoriais, dessa forma estudam a viabilidade de utilizar consumidores na obtenção desse tipo de resposta sensorial, reduzindo ainda mais o tempo do teste e sem treinamento dos consumidores, como por exemplo o *Check-all-*

that-apply (CATA). Outras técnicas descritivas utilizam equipes de avaliadores semitreinadas como Análise Descritiva por Ordenação (ADO) e Perfil Descritivo Otimizado (PDO) (MINIM, SILVA, 2016; VARELA, ARES, 2012).

1.3.2.1. *Check-all-that-apply* (CATA)

O CATA tem sido utilizado em estudos para determinar os atributos sensoriais de um produto específico (ARES et al, 2010; PARENTE et al., 2011).

O CATA é um método de escolha múltipla, muito utilizado em pesquisas de mercado. O número de avaliadores varia de 50 a 100 e eles não precisam ser treinados. Tradicionalmente, é utilizada uma lista de atributos sensoriais em que os avaliadores podem marcar os atributos que consideram apropriados para descrever cada amostra. Ao final é verificado quantas vezes cada atributo foi marcado para cada amostra (VARELA, ARES, 2012)

Os atributos para a aplicação do CATA podem ser gerados a partir de uma lista de atributos gerados por uma equipe treinada (BRUZZONE et al., 2015) ou pode ser utilizada a metodologia de *Repertory Grid* (ABDUL RAMAN, WANG, ENG, 2011) que consiste em solicitar aos avaliadores que identifiquem e registrem em uma ficha específica as similaridades e as diferenças encontradas entre as amostras e após é realizada uma discussão para escolher quais atributos melhor descrevem a amostra avaliada (ARES et al., 2014).

Como os dados obtidos pelo método CATA estão diretamente relacionados à percepção das características dos produtos pelos avaliadores, estes dados podem ser utilizados como informações suplementares para maximizar a aceitação dos produtos pelo mercado consumidor (DOOLEY et al., 2010). Assim, é possível saber quais atributos são detectados pelos consumidores e como estes atributos se relacionam à aceitação global ou preferência.

A análise de dados do CATA segue uma lógica em que o primeiro passo é determinar se os consumidores detectaram diferenças significativas entre as amostras para cada um dos termos da questão CATA. Esta análise é realizada por meio do teste de Cochran Q (PARENTE et al., 2011), que é um teste estatístico não paramétrico utilizado na análise de duas vias delineamento em blocos casualizados, para verificar se os tratamentos têm efeitos idênticos, quando a variável de resposta é binária. Para

cada termo da CATA uma matriz de dados é criada contendo amostras em colunas e os consumidores em linhas. Nesta matriz cada célula indica se o termo foi marcado ou não (1/0, respectivamente) por cada consumidor para descrever cada amostra. Em seguida, a fim de obter uma representação bidimensional das amostras é utilizada a Análise de Correspondência (AC) que utiliza a tabela de contingência que contém o número de consumidores que verificaram cada termo da questão CATA para descrever cada amostra. Esta análise proporciona um mapa sensorial das amostras, o que permite associar as semelhanças e as diferenças entre as amostras (VARELA, ARES, 2012).

1.3.2.2. Perfil Descritivo Otimizado (PDO)

O Perfil Descritivo Otimizado (PDO) foi proposto por Silva et al. (2012) como uma metodologia descritiva rápida, com a finalidade de reduzir o tempo de teste sensorial descritivo e fornecer medidas quantitativas dos atributos. Essa técnica apresentou uma redução de 50% no tempo de teste sensorial quando comparado ao perfil convencional que utiliza uma equipe treinada (SILVA et al., 2014).

A metodologia do PDO apresenta um protocolo de avaliação otimizado das amostras, eliminando a necessidade de formação da memória sensorial. As avaliações de intensidade dos atributos sensoriais são feitas em uma escala de intensidade de intervalo e, por conseguinte, é possível identificar o grau de diferença entre as amostras. A avaliação quantitativa do PDO permite tratamento estatístico mais robusto dos dados com maior descrição quando comparado com testes sensoriais com dados qualitativos (SILVA et al., 2014).

Para permitir que os avaliadores não treinados façam uma avaliação consistente das amostras, os materiais de referência que representam as âncoras da escala devem estar presentes no momento da avaliação. Também é recomendado que todas as amostras sejam submetidas aos avaliadores simultaneamente. Assim, a estrutura deste teste (amostras apresentadas de uma vez e a presença de materiais de referência) serve para permitir que os avaliadores semi-treinados avaliem constantemente os produtos e apresentem informações quantitativas.

O protocolo atributo-por-atributo (ISHII, CHANG, O'MAHONY, 2007) é recomendado, a fim de evitar a fadiga sensorial dos avaliadores, uma vez que todas as

amostras e materiais de referência são fornecidos na mesma sessão. Assim, as avaliações são organizadas por atributos e é feita uma avaliação por sessão. Uma outra limitação deste método é o grande número de amostras, o que pode resultar em fadiga sensorial dos avaliadores devido à apresentação de todas as amostras ao mesmo tempo, junto com os materiais de referência. O método permite a descrição quantitativa dos atributos sensoriais e pode ser recomendado para análise da estabilidade, controle de qualidade, a otimização de formulações e correlação das medidas sensoriais e instrumentais (SILVA, 2011).

Segundo Silva et al. (2014) são necessários dezesseis avaliadores para compor o painel para PDO, que é uma metodologia descritiva rápida que possibilita a descrição quantitativa dos atributos sensoriais de alimentos e fornece resultados rápidos e válidos quando comparados ao perfil descritivo convencional.

CAPITULO 2 – HIPÓTESES, OBJETIVOS, MATERIAL E MÉTODOS DE PESQUISA

2.1 HIPÓTESE DA PESQUISA

Como hipótese de pesquisa, assume-se que a composição da farinha de diferentes genótipos de sorgo está relacionada com a qualidade sensorial e tecnológica de pães de sorgo isentos de glúten.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar por meio de análise sensorial e análises tecnológicas formulações de pães de forma isentos de glúten à base de seis diferentes genótipos de farinha de sorgo.

2.2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma formulação de pão de forma sem glúten à base de farinha de diferentes genótipos de sorgo.
- Caracterizar os pães de forma quanto à textura, volume específico e umidade.
- Avaliar a validação de métodos descritivos rápidos como uma forma de obter um perfil descritivo satisfatório.
- Determinar a aceitabilidade dos pães de forma isentos de glúten elaborados com farinha de sorgo.
- Determinar o perfil sensorial descritivo de pães de forma isentos de glúten elaborados com farinha de seis diferentes genótipos de sorgo.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caráter experimental foi composto pelas etapas de preparo dos pães à base de sorgo, análises físicas e textuométricas, análise sensorial afetiva e descritiva e análise estatística. O preparo dos pães e as análises sensoriais e análises físicas ocorreram, respectivamente, no laboratório de Técnica Dietética do Curso de Nutrição da Faculdade de Ciências da Saúde (FS) da UnB, em uma loja de produtos naturais (SHIZEN), no Laboratório de Análise Sensorial do Curso de Nutrição da Faculdade de Ciências da Saúde (FS) da UnB, e nos Laboratórios de Análise de Alimentos do Núcleo de Nutrição e da Embrapa Cerrados.

2.3.1 Recebimento dos grãos e produção das farinhas

Os grãos foram produzidos e enviados pela Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas – MG e armazenados sob refrigeração até a moagem.

Para a elaboração das farinhas foram utilizados seis genótipos de sorgo (1167048 e BR 305 – pericarpo marrom com taninos, BRS 330 e BRS 332 – pericarpo bronze sem taninos, CMSS 005 e BR 501 – pericarpo branco sem taninos), de diferentes composições nutricionais.

Os grãos de sorgo previamente selecionados foram triturados em um moinho da marca Bosch, modelo Nutrimill classic 760200. Após esse procedimento as farinhas foram acondicionadas em sacos plásticos, embaladas a vácuo e mantidas sob refrigeração até o momento do uso para produção dos pães. As farinhas de sorgo branco foram analisadas quanto a composição centesimal.

2.3.2 Preparo dos pães

A seleção da formulação inicial dos pães foi feita considerando a possibilidade de substituir a farinha de trigo por similares isentos de glúten e também por meio de testes de receitas de pão de forma isentos de glúten.

Os testes das receitas e a modificação das preparações foram realizadas no Laboratório de Técnica Dietética do Curso de Nutrição da FS da Universidade de Brasília.

As formulações testadas foram obtidas em livros de receitas convencionais. Estas receitas foram testadas e modificadas para adequação dos ingredientes que se comportavam melhor para produção de pães sem glúten e com a utilização de farinha de sorgo, de acordo com Pineli et al., (2015) e Capriles, Arêas, (2011). Foram elaboradas as fichas técnicas de preparação (FTP), de acordo com o modelo proposto por Botelho e Camargo (2005).

Após a modificação das formulações foram utilizados na elaboração, como substitutos da farinha de trigo a farinha de sorgo, farinha de arroz, a fécula de batata e o polvilho doce, adicionados de goma xantana.

Os pães diferiram entre si pelo tipo de farinha de sorgo utilizada, sendo uma farinha comercial da marca Bob's Red Mill e as demais farinhas de genótipos de sorgo (Tabela 3) que foram enviadas pela Embrapa Milho e Sorgo, além do pão sem glúten que foi elaborado com farinha de arroz. Os demais ingredientes foram mantidos na mesma proporção e podem ser observados na Tabela 4.

Para pesagem dos ingredientes de todas as preparações utilizou-se balança de precisão. Foram utilizados para as preparações dos pães forno elétrico da marca Brastemp.

Tabela 3. Genótipos de sorgo utilizados nas preparações dos pães

Nome do genótipo	Cor do pericarpo/tanino
BR 305	marrom /com
1167048	marrom/com
BRS 332	bronze/sem
BRS 330	bronze/sem
CMSS 005	branco/sem
BR 501	Branco/sem

Tabela 4. Relação de ingredientes na preparação do pão de sorgo com base no mix de farinhas.

Ingredientes	Quantidade (%)
Farinha de sorgo	61
Fécula de batata	28
Polvilho doce	11
Goma xantanta	1
Açúcar mascavo	8
Sal	2
Óleo de girassol	15
Água morna	86
Ovo inteiro	17
Clara de ovo	10
Fermento biológico seco	3
Açúcar mascavo (para fermento)	3
Água (para fermento)	31

Para a preparação dos pães o fermento foi pré ativado em açúcar e água, com controle de temperatura entre 37°C e 43°C por um tempo de 10 minutos. A farinha de sorgo e /ou arroz, fécula de batata e polvilho doce foram misturadas em um processador de alimentos com uma lâmina de plástico. Após foi acrescentada a goma xantana, sal, açúcar e misturados em velocidade baixa. Após foi misturada a água e o óleo e despejados junto aos ingredientes que já estavam no processador, e essa mistura foi batida até obter uma massa homogênea. O ovo inteiro e a clara foram adicionados na massa e misturados até obtenção de uma massa lisa. Por fim, foi adicionado o fermento (já levedado) e misturado até que a massa ficasse homogênea. A massa foi colocada em uma forma de alumínio previamente untada e fermentou por 25 minutos. Os pães

foram assados em forno pré-aquecido por 190°C por 45 minutos. Todos os pães foram desenformados e esfriaram em temperatura ambiente e porcionados para as análises.

2.3.3. Análises químicas das farinhas

As análises químicas das farinhas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Brasília. Todos os procedimentos utilizados nas análises estão descritos nos Anexos deste trabalho.

Para determinação da umidade, resíduo mineral fixo, proteína e lipídios foram conduzidas análises em triplicata. O cálculo de carboidratos totais (HCT) foi feito por diferença, subtraindo-se de 100 os valores encontrados para umidade, proteína, lipídios e resíduo mineral fixo, conforme a fórmula que segue. Não foi realizada análise de fibra alimentar por não se dispor de método adequado, seu teor foi inserido no valor de carboidratos (RIBEIRO 2003, ZANDONADI, 2006). O cálculo do valor energético total (VET) foi feito de acordo com as médias dos valores (em gramas) de lipídeos, proteína e carboidratos (calculado de acordo com o método já referido), multiplicados por 9, 4 e 4 , respectivamente (fatores de Atwater) (RIBEIRO, 2003).

$$\% \text{carboidratos} = 100\% - (\% \text{proteínas} + \% \text{lipídios} + \% \text{cinzas} + \% \text{umidade})$$

2.3.3.1. Umidade

A determinação de umidade foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), com adaptações. Os cadinhos de porcelana, utilizados para a análise, foram secos em estufa a 105°C, por 30 minutos, colocados para resfriar em dessecador de vidro (Pyrex®, USA), por 30 minutos (até temperatura ambiente). Após esfriarem, os cadinhos foram pesados em balança analítica (BOSCH® – SAE 200), sendo três cadinhos de porcelana para cada amostra.

Em seguida foram pesados 5g de cada amostra e os cadinhos com as amostras foram colocados em estufa, a 65°C, por 24 horas. Essa temperatura e tempo foram determinados anteriormente por Oliveira (2016) para análises de farinha e pães de sorgo.

Os cadinhos com o material foram retirados da estufa e colocados para resfriar no dessecador de vidro por 30 minutos (ou até temperatura ambiente), e pesados novamente. O valor de umidade foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$Umidade = \frac{100 \times N}{P}$$

N= Perda de peso da amostra (g).

P= Peso inicial da amostra (g).

2.3.3.2 Resíduo mineral fixo

Para essa análise foi utilizado o método de incineração (cinzas) à temperatura de 550°C (AOAC, 2000). O procedimento para análise de resíduo mineral encontra-se descrito no anexo 1 desse trabalho.

Para obtenção do resultado centesimal, foi convertido o resultado para 100 g do produto (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

2.3.3.3. Proteína Bruta

O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl. Nesse método, determina-se o nitrogênio contido na matéria orgânica, incluindo o nitrogênio proteico propriamente dito e outros compostos nitrogenados não proteicos, como aminas, amidas, lecitinas, nitrilas e aminoácidos, porém o nitrogênio, em forma de nitrato e nitrito, não é determinado. O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl, segundo AOAC (1997), fator de correção de 6,25 e a unidade empregada g/100g.

2.3.3.4 Extrato etéreo

O extrato etéreo, que é realizado para análise de lipídeos totais foi determinado pelo método de extração Soxhlet segundo AOAC (2000).

2.3.4. Análises físicas e textuométricas

2.3.4.1. Rendimento e volume específico

O peso dos pães foi obtido pesando-se a assadeira com seis pães e no final descontando-se o peso da assadeira. O rendimento foi determinado pelo peso do pão após assado, descontando o peso da forma.

Para análise de volume específico os pães foram elaborados em formas menores com tamanho de 4x3x6cm. As amostras foram analisadas em quintuplicata. O volume específico foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (AACC, 2000). Inicialmente foi aferido o peso dos pães e o volume do painço (V1) contido no béquer ao despejá-lo em uma proveta. Em seguida, o pão foi posicionado no centro do béquer e as sementes de painço foram despejadas novamente através de funil de vidro até que começassem a transbordar o béquer. Posteriormente o béquer foi nivelado com uma régua. Retirou-se as sementes de painço do béquer e foram inseridas em uma proveta para aferir novamente o volume (V2). O volume específico foi quantificado utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Vol. do pão (cm}^3\text{)} = V1 \text{ (ml)} - V2 \text{ (ml)}$$

$$\text{Vol. específico (cm}^3\text{/g)} = \text{Vol. do pão (cm}^3\text{)} / \text{peso do pão (g)}$$

2.3.4.2. Análise de umidade dos pães

A umidade dos pães foi determinada utilizando as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), com adaptação. Utilizou-se como material: placas de petri, balança analítica Shimadzu (auy200), estufa Laucadema (Luca – 82/27 a 360 L) e dessecador com desidratante (sílica). As placas de petri foram lavadas, identificadas e aquecidas à 65 °C por 30 minutos na estufa e colocadas no dessecador por 30 minutos, até chegarem em temperatura ambiente. As placas foram pesadas e então foram pesados 5g de cada amostra de pão, previamente triturado com miolo e casca. As amostras foram levadas à estufa e aquecidas à 65 °C por 24 horas. Após o tempo de 24 horas as placas foram retiradas da estufa e ficaram no dessecador até chegarem em temperatura ambiente (30 minutos), em seguida, pesadas junto com a placa de petri. O peso da placa, aferido inicialmente, foi descontado do valor total para obter apenas o peso do pão seco. Foi utilizada a seguinte fórmula para cálculo:

$$Umididade = \frac{100 \times N}{P}$$

N= Perda de peso da amostra (g).

P= Peso inicial da amostra (g).

2.3.4.3 Atividade de água (Aw)

A atividade de água foi determinada utilizando o analisador PawKit (Braseq, Brasil), contendo 2 gramas de amostra previamente trituradas e dispostas na câmara do medidor. O aparelho fez a avaliação por 5 minutos, em temperatura média de 25 °C, até fornecer o valor da Aw.

2.3.4.4 Análises texturométricas

A análise do perfil de textura (TPA) dos pães foi feita utilizando uma adaptação do método 74-09, AACCC, 1999, com o equipamento TA.XTplus (figura 1) acoplado ao Software *Exponent v. 6.1.4*. Para a análise, os pães foram cortados com faca de serra em fatias de 25 mm de espessura (medidas com régua), com nível de deformação de 40%, utilizando o probe cilíndrico de 36mm D, alumínio, carga de *trigger* 5g, velocidade do teste 1,7 mm/s; 2 ciclos de contagem; tempo de recuperação 2 segundos. Todas as amostras foram analisadas no mesmo dia da fabricação, as análises foram feitas em triplicata com três replicatas. As variáveis de textura obtidas com a análise de TPA para os pães foram: dureza, coesividade, adesividade, elasticidade, mastigabilidade e resistência. As definições das variáveis estão na Tabela 5.

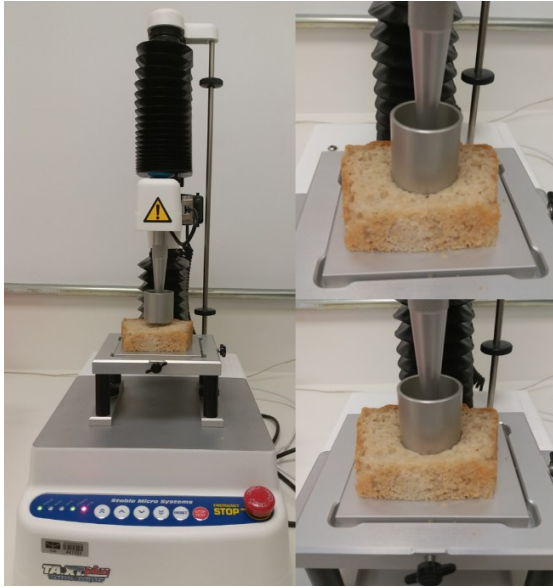


Figura 1. Análise de textura TA.XTplus

Tabela 5. Definições das variáveis utilizadas para análise de textura – de acordo com Szczesniak et al. (1963).

Atributo	Definição Sensorial	Definição Matemática
Dureza	Máxima força necessária para comprimir um alimento entre os molares.	A força máxima da primeira e compressão.
Coesividade	Indica a força das ligações internas que compõem a estrutura do alimento.	Razão do trabalho realizado no segundo ciclo pelo trabalho realizado no primeiro ciclo ($A2/A1$).
Adesividade	Trabalho necessário para empurrar o alimento além daquelas superfícies.	Área abaixo da curva de Carga versus Distância, medida a partir do ponto onde o primeiro ciclo 1 alcança a carga zero até o final do ciclo ($A3$).
Elasticidade	Altura que o alimento recupera entre a primeira e a segunda mordida.	Distância da altura detectada durante a segunda compressão dividida pela distância de compressão original ($D2/D1$).
Mastigabilidade	Indica a energia necessária para mastigar um alimento sólido para um estado onde ele está pronto para engolir.	Produto entre dureza, coesividade e elasticidade ($Dureza * Coesividade * Elasticidade$).
Resistência	Energia feita pelo produto para tentar voltar ao formato inicial após a primeira compressão.	Quociente entre a energia do acendente e a energia descendente da primeira

compressão (A4/A3).

2.3.5 Avaliação sensorial dos pães de sorgo

Os pães foram avaliados quanto à aceitação, seguida de análise descritiva de atributos sensoriais por *Check All That Apply* - CATA (ARES et al., 2010). Adicionalmente, foi levantado o Perfil Descritivo Otimizado (PDO) dos pães, de acordo com método proposto por Silva et al (2012).

2.3.5.1. Aceitação

Amostras de pães sem glúten e de sorgo com farinha de arroz, farinha comercial e farinha de seis diferentes genótipos de sorgo foram submetidas ao teste de aceitação com escala hedônica de 9 pontos para os atributos aparência, sabor, aroma, textura e aceitação global.

Foram recrutados 150 avaliadores não treinados, entre consumidores regulares de pães de forma com farinhas integrais ou farinhas diferentes da de trigo, pelo menos uma vez por semana. As amostras foram apresentadas monadicamente e a ordem de apresentação das amostras foi aleatorizada com auxílio do XLSTAT; o delineamento experimental pode ser visualizado no Apêndice B. Cada avaliador recebeu 8 amostras de pão na forma de fatia de pão de forma com espessura de 1 centímetro. O protocolo para realização da análise sensorial, com as fichas utilizadas, se encontra no apêndice B.

Os dados de aceitação foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) unidirecional, sendo a fonte de variação as notas sensoriais obtidas, seguido por comparações múltiplas com Fisher LSD ($p < 0,05$) para comparar as amostras antes e após a análise de cluster hierárquica aglomerativa de dados de aceitação. O teste t de Student foi realizado para comparar a aceitação de cada amostra entre os clusters. As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o Programa XLSTAT 2015 (Addinsoft, Paris, França).

2.3.5.2. *Check all that apply* (CATA)

2.3.5.1.2 Levantamento de atributos

Os termos descritivos foram previamente levantados pelo Método de Repertory Grid ou Rede Entrecruzada (MEILGAARD et. al, 1999; MOSKOWITZ, 1993) com 10 avaliadores não treinados, consumidores de pães de forma com farinhas integrais ou farinhas diferentes da de trigo pelo menos uma vez na semana.

As seis amostras de pães foram cortadas em fatias de aproximadamente 1 centímetro de espessura. As amostras randomizadas foram apresentadas aos pares, totalizando 3 procedimentos de rede entrecruzada, com 5 minutos de intervalos entre eles, de maneira a levantar atributos em relação a aparência, aroma, sabor e textura dos pães. Aos avaliadores foi solicitado que identificassem e registrassem em uma ficha específica (apêndice A) as similaridades e as diferenças encontradas entre os pares de amostras. Após o levantamento individual dos atributos, foram selecionados em consenso entre os avaliadores os atributos mais relevantes para caracterizar as diferentes amostras de pães de sorgo com a ajuda de um moderador. O tempo total da sessão foi de 40 minutos.

2.3.5.1.2 Aceitação e avaliação descritiva

Amostras de pães sem glúten e de sorgo com farinha de arroz, farinha comercial e farinha de seis diferentes genótipos de sorgo foram avaliadas pelo método CATA na mesma sessão da avaliação de aceitação.

Foram recrutados 150 avaliadores não treinados (consumidores), entre consumidores regulares de pães de forma com farinhas integrais ou farinhas diferentes da de trigo, pelo menos uma vez por semana. Todas as amostras foram aleatorizadas e apresentadas monadicamente. Cada avaliador recebeu 8 amostras de pão na forma de fatia de pão de forma com espessura de 1 centímetro. A ordem dos descritores foi aleatorizada para as amostras e para os avaliadores (ARES et al., 2014) os atributos avaliados foram aparência, aroma, cor, sabor, textura). Foi solicitado ao consumidor que marcasse os termos que se aplicassem a cada amostra avaliada. O protocolo para realização da análise sensorial, com as fichas e delineamento de aleatorização das amostras, se encontra no apêndice B.

Cada atributo do CATA foi analisado por meio do teste não-paramétrico de Cochran. Esse teste foi utilizado para avaliar se havia diferenças nas percepções dos consumidores entre as amostras. As comparações de pares foram realizadas utilizando o procedimento Bonferroni (McNemar). As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o Programa XLSTAT 2015 (Addinsoft, Paris, França).

2.3.5.2. Perfil descritivo otimizado (PDO)

Foram recrutados 40 avaliadores na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB). Nessa fase de recrutamento foram entregues questionários estruturados que avaliaram algumas características importantes dos avaliadores como: familiarização com termos sensoriais, habilidades em trabalhar com escalas de intensidade, disponibilidade de tempo, interesse em participar da análise e se possuía alguma problema de saúde ou impedimento para o consumo do produto-teste. As fichas foram entregues aos avaliadores e recolhidas após uma semana e 30 avaliadores devolveram as fichas preenchidas. A ficha de recrutamento se encontra no apêndice C. Após a análise das fichas, com correção dos exercícios de habilidade em utilizar escala, 22 indivíduos foram selecionados para participar da próxima etapa.

A pré-seleção dos candidatos foi composta por uma série de quatro testes discriminatórios, sendo utilizado o teste triangular. O critério de seleção foi o acerto de 75% dos testes, como recomendado por Meilgaard et al. (1999). As amostras utilizadas nos testes triangulares foram pães sem glúten com 2% e 5% de sal, que foram previamente testados em um teste discriminativo para confirmar que existia diferença entre as amostras. As fichas de avaliação dos testes triangulares estão no apêndice D deste trabalho.

Após os testes triangulares 20 avaliadores permaneceram para as etapas seguintes. Segundo Minim e Silva (2016) o número mínimo de avaliadores para PDO são 16. Os avaliadores selecionados participaram de uma sessão para definição e familiarização com os termos descritivos de referência para pães, essa sessão teve objetivo de padronizar a forma de avaliação e indicar de forma clara qual estímulo sensorial se refere a cada termo. Com os avaliadores selecionados, os termos descritivos podem ser determinados por meio de uma discussão aberta, método de

rede, lista prévia e associação controlada (MINIM, SILVA, 2016). Foi utilizado o método de lista prévia com os atributos já levantados para a avaliação de CATA. A definição dos materiais de referência foi a partir do consenso entre os avaliadores selecionados.

A avaliação final das amostras foi realizada a partir da comparação das amostras com os materiais de referência. Os avaliadores receberam, em cabine individual, simultaneamente as oito amostras de pães em pratinhos descartáveis, codificados. Para cada atributo e cada avaliador as amostras foram balanceadas, a fim de controlar influências fisiológicas e psicológicas.

Além das oito amostras de pães os avaliadores receberam as referências dos extremos de intensidade, conforme pode ser visto na Figura 2. As fichas para análise sensorial foram organizadas por atributo, com uma escala de intensidade não estruturada de 9cm (apêndice E). Foi utilizado o protocolo atributo-por-atributo, ou seja, apenas um atributo foi avaliado por sessão (SILVA et al., 2013).

As pontuações sensoriais obtidas para cada atributo foram analisados por ANOVA seguido por teste de médias de Fisher LSD ($p < 0,05$). Os resultados também foram analisados por Análise de Componentes Principais (ACP) com matriz de correlação (SILVA et al., 2011).

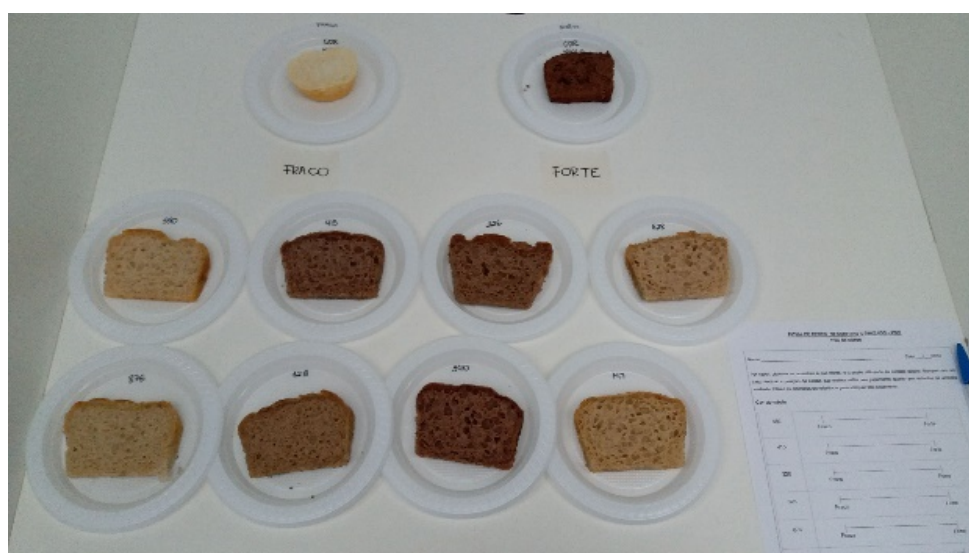


Figura 2. Exemplo de avaliação para PDO

CAPÍTULO 3

PARTE 2 – Artigo Revisão Sistemática

Validation of rapid descriptive sensory methods against conventional descriptive analyses: a systematic review

Lorena Andrade de Aguiar¹, Lívia de Lacerda de Oliveira Pineli¹, Lauro Melo².

¹College of Health Sciences, University of Brasilia, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasilia, 70910-900, Brazil.

²Department of Biochemical Engineering, School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ 21941-909, Brazil

Abstract

A major drawback of conventional descriptive profile (CDP) in sensory evaluation is the long time spent in panel training. Rapid descriptive methods (RDM) increased significantly in the last few years. Some of them have been compared with CDP for validation. In Health Sciences, systematic reviews (SR) are performed to evaluate validation of diagnosis tests in relation to a gold standard method. SR present a well-defined protocol used to summarize research evidence and to evaluate the quality of the studies with determined criteria. We adapted SR protocol to evaluate the validation of RDM against CDP as satisfactory procedures to obtain food characterization. We used “Population Intervention Comparison Outcome Study – PICOS” framework to design the research in which “Population” was food or beverages; “intervention” were RDM, “Comparison” was CDP as gold standard, “Outcome” was the ability of RDM to generate similar descriptive profiles in comparison with CDP and “Studies” was sensory descriptive analyses. One to seven studies per method were found in the SR. The proportion of studies concluding for similarity of the RDM with CDP ranged from 0% to

100%. Low and moderate risk of bias were reached by 69% and 26% of the studies, respectively, supporting the conclusions of SR. RDM with semi-trained assessors and evaluation of individual attributes presented higher percentages of concordance with CDP.

Keywords: systematic review, conventional descriptive profile, rapid descriptive test, accuracy, sensory evaluation.

CAPÍTULO 3

PARTE 2 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Pães

Os pães foram produzidos de forma padronizada e em ordem aleatória, mostrando que as diferenças nas propriedades devem-se devido ao tipo de farinha utilizada. A formulação final dos pães de sorgo e do pão controle pode ser visualizada na Tabela 4.

Estabelecida a formulação dos pães foram elaboradas as fichas técnicas de preparo (FTP) do pão controle com farinha de arroz e dos pães com farinha de sorgo (Apêndice G). A FTP do pão de sorgo com farinha comercial se aplica para as demais farinhas. Não foi possível calcular o custo dos pães com as farinhas enviadas pela Embrapa porque não se sabe o custo dessa farinhas ainda. O cálculo da composição dos pães foi feito no programa Calcnut (2015) e as informações das farinhas dos genótipos de sorgo CMSS 005 e BR 501 foram obtidas conforme descrito na metodologia e das demais farinhas de acordo com o estudo de Oliveira (2016). A Figura 3 mostra os pães de forma obtidos nesse estudo.



Figura 3. Pães sem glúten elaborados com as farinhas na seguinte ordem (esquerda para direita): sorgo comercial, arroz, BR 501, CMSS005, BRS 332, BRS 330, BR 305 E 1167048.

As concentrações entre os valores de carboidratos, proteínas, lipídeos e valor energético total dos pães podem ser vistos nas Figuras 4 e 5.

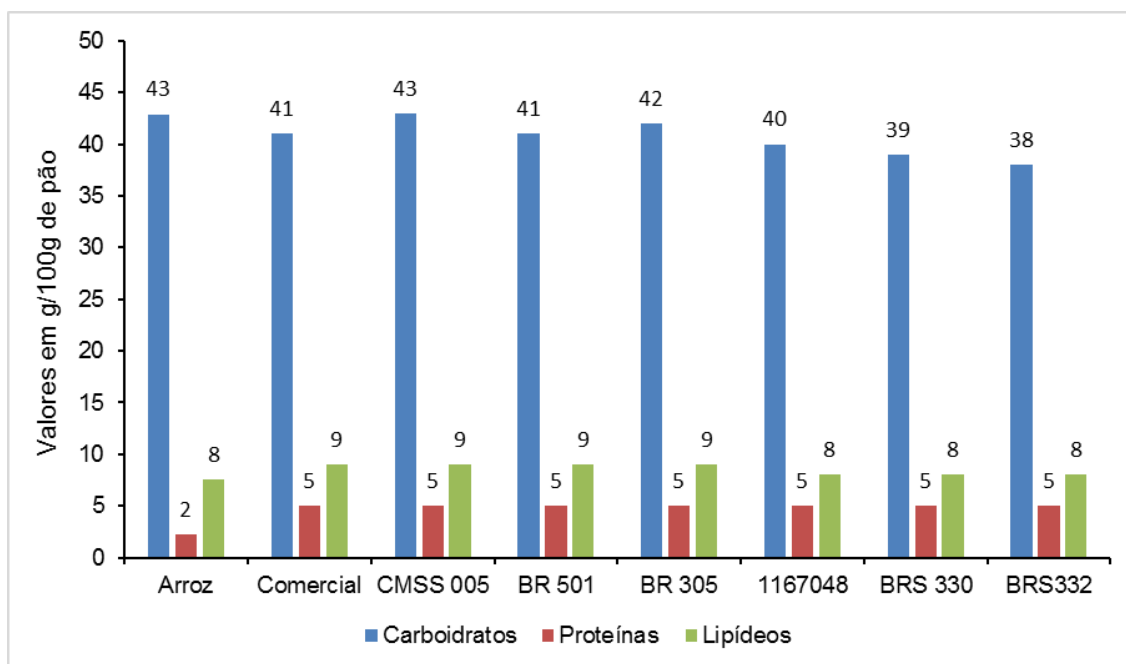


Figura 4. Concentração de carboidratos, lipídeos e proteínas dos pães

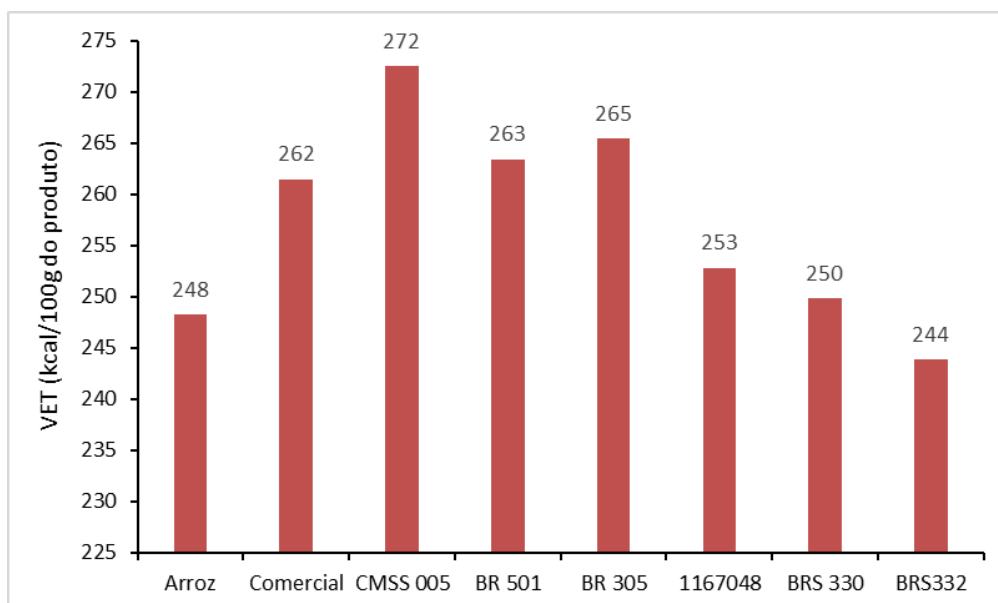


Figura 5. Valores energéticos dos pães

O pão elaborado com a farinha BRS 332 foi o que tem o menor VET e o pão com a farinha CMSS 005 é o que possui maior valor energético. A diferença entre o VET dos pães é principalmente devido ao teor de carboidratos, pois a quantidade de lipídeos e proteínas apresentou pouca variação. Comparando os pães elaborados com as farinhas de sorgo e com farinha de arroz a maior diferença está no teor de proteínas, os pães com as farinhas de sorgo possuem mais proteínas que o pães com farinha de arroz, isso devido ao teor de proteína de farinhas de sorgo comparado com farinha de arroz (OLIVEIRA, 2016; TACO, 2011).

Em um estudo feito por Macedo et al. (2016) em que utilizaram a farinha do genótipo BR 305 misturada com farinha de arroz para produção de pães, na formulação elaborada foi encontrado 56,25% de carboidratos, 8,4% de lipídeos e 7,06% de proteína. Os resultados encontrados foram parecidos com os resultados encontrados nas formulações apresentadas na Figura 4.

3.2 Análises físicas e textuométricas

A Tabela 6 apresenta os resultados de umidade, atividade de água (Aw), rendimento e volume específico dos pães

Tabela 6. Dados instrumentais dos pães controle e de sorgo

Tratamento	Umidade (%)	Atividade de água (Aw)	Volume específico (cm ³ .g ⁻¹)	Rendimento (g)
Arroz	49,857 ^b ±1,65	0,986 ^{cd} ±0,01	2,742 ^{bcd} ±0,34	713,6 ^b ±2,19
Comercial	50,093 ^{ab} ±2,27	0,989 ^{bcd} ±0,01	3,208 ^a ±0,20	691,8 ^e ±1,10
BR 305	50,848 ^{ab} ±2,66	0,980 ^d ±0,01	2,468 ^d ±0,34	665,6 ^g ±1,95
1167048	53,240 ^a ±2,02	0,994 ^{abc} ±0,01	3,082 ^{abc} ±0,49	711,4 ^c ±0,89
BRS 332	50,898 ^{ab} ±2,04	0,990 ^{abcd} ±0,01	2,650 ^{cd} ±0,34	731,8 ^a ±1,10
BRS 330	49,881 ^b ±2,41	0,997 ^{ab} ±0,01	3,130 ^{ab} ±0,22	714 ^b ±0,71
CMSS 005	48,559 ^b ±2,75	1,000 ^a ±0,0	2,442 ^d ±0,19	671,8 ^f ±1,10
BR 501	44,699 ^c ±7,82	0,992 ^{abc} ±0,01	2,906 ^{abc} ±0,43	696,6 ^d ±1,95

Em coluna, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Fisher ($p < 0,05$).

O pão com a menor umidade foi o pão com a farinha de sorgo branca BR 501 e o pão com o maior valor de umidade foi com a farinha de sorgo marrom 1167048, porém esse valor não diferiu estatisticamente do outro pão com a farinha de sorgo marrom (BR 305) e ao pão com a farinha de sorgo comercial e com a BRS 332. A umidade dos pães controle (Arroz e Comercial) não diferiu estatisticamente de todos os outros genótipos exceto ao pão com a farinha BR 501. Neste estudo a umidade variou entre 44,699 % e 53,240 %; valores elevados se comparados com o limite máximo de 38 %, proposto pela ANVISA (2000) para pães feitos exclusivamente com farinha de trigo (não existe um padrão determinado para produtos de panificação isentos de glúten). Em estudo realizado por PEREIRA et. al. (2013) foram produzidos pães com diferentes concentrações de creme de arroz, fécula de batata e farinha de chia, gerando uma umidade que variava de 48,6% a 50,45 %. Um outro estudo realizado com pães sem glúten elaborados com farinha de arroz, fécula de batata e farinha de quinoa a umidade encontrada variou de 40,7% a 41,2% (NOBRE, 2015). Em Figueira et. al. (2011) foram produzidos pães a base de farinha de arroz que obtiveram umidade entre 49,06% e 52,39%. Entre os estudos citados acima, que produziram pães isentos de glúten, obtiveram umidades próximas as encontradas neste estudo, indicando que esse tipo de pão possui um padrão de umidade maior do que os pães com glúten, indicado pela legislação.

Os valores de atividade de água (A_w) apresentados na Tabela 6, demonstrou pouca variação, no máximo de 0,02 entre os produtos. A amostra com genótipo BR 305 foi a que possuiu menor valor de A_w , porém não diferindo estaticamente dos pães com farinha de arroz, farinha comercial de sorgo e BRS 332. As amostras tiveram A_w entre 0,980 e 1,000, o que é um valor elevado, mesmo para produtos de panificação que têm intervalo médio de 0,93 a 0,98 (ICMSF, 1980). No estudo de Cesar et. al.(2006) foi obtido A_w de 0,852 com um pão isento de glúten a base de creme de arroz e polvilho. Em Pühr e D'Appolonia (1992) foi avaliado a A_w de pães a base de trigo, resultando em um intervalo de 0,975 a 0,995 o que está mais próximo do obtido neste estudo. Hager et. al (2012) avaliaram a atividade de água de pães sem glúten e com farinha de trigo e os pães com maior atividade de água foram com farinha de arroz e de aveia (0,987 e 0,985, respectivamente), seguido pelos pães elaborados com sorgo (0,980), milho

(0,979) e teff (0,978). Munhoz (2003) avaliou a A_w de pães com goma xantana e goma guar e encontrou valores entre 0,959 e 0,966. Atividade de água acima de 0,91 é propícia para o crescimento de bactérias, leveduras e bolores. A A_w pode ser aumentada pela presença de hidrocolóides, devido à sua capacidade de fazer ligações com água (ROSELL et al., 2001) A maior disponibilidade de água também favorece as reações enzimáticas de escurecimento dos alimentos. Sendo assim, torna-se necessário acrescentar conservantes a receita de pão deste estudo caso seja comercializado, para obter um produto mais estável, a fim de evitar o crescimento microbológico (RAMÍREZ et. al., 2003).

O resultado de volume específico (VE), observado na Tabela 6, teve um intervalo de 2,442 a 3,208 ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$), sendo o controle com farinha comercial, 1167048, BRS 330 e BR 501 não diferiram estatisticamente, e com maiores valores de VE calculado. Já os pães com farinha de arroz, BR 305, BRS 332 e CMSS 005, também não diferiram estatisticamente, e são os que possuem menor VE. Na pesquisa feita por Figueira et. al. (2011) obteve-se VE de 2,43 a 3,11 ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$) utilizando pães isentos de glúten, que se assemelham com os resultados obtidos no presente estudo. Hager et. al (2012) obtiveram o valor de 1,85 ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$) para um pão produzido com farinha de sorgo, já no estudo de Vallons et al. (2010) encontraram-se valores de 1,43 a 1,61 ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$) para pães produzidos com farinha de sorgo. Esses valores encontrados nos estudo citados são menores que os valores encontrados nos genótipos de sorgo avaliados. Já Schober, Bean, Boyle (2007) também avaliaram volume específico de pães de sorgo (com fermentação natural) e encontraram volume específico entre 2,25 a 2,68 ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$). Marstson et al. (2016) encontraram VE em pães de sorgo (elaborados com farinhas de sorgo com tratamento térmico) entre 2,51 a 3,08 ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$) que são valores mais próximos dos encontrados neste estudo. Porém Gutkoski e Neto (2002) fizeram este mesmo teste com pães de forma a base de farinha de trigo e obtiveram um intervalo de VE de 10,6 a 19,1 ($\text{cm}^3.\text{g}^{-1}$). Nesta comparação os pães sem glúten tem um VE pelo menos 68,7 % menor do que os com glúten. Esses resultados podem ser relacionados com a ausência da rede de glúten que aumenta a retenção de gás, que não é formada nos pães sem glúten (ARAUJO et. al., 2013). O menor volume específico também pode estar relacionado com uma maior retenção de água nos pães sem glúten, o que

aumenta o seu peso (inversamente proporcional ao VE). Esse aumento de água na massa também pode estar relacionada com a A_w elevada (STORCK et.al., 2009).

Um parâmetro importante para avaliação de qualidade dos pães é a textura. Com análise sensorial é possível avaliar as características de textura do miolo dos pães e a relação da textura com a aceitação. A análise instrumental de textura também é importante pois descrevem as propriedades mecânicas do miolo do pão. A avaliação de textura dos pães, feita pelo texturômetro TA-XTplus, encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7. Análise de textura dos pães sem glúten realizada pelo texturômetro

Tratamento	Arroz	Comercial	BR 305	1167048	BRS 332	BRS 330	CMSS 005	BR 501
Dureza (g)	423,836 ^b ±85,17	142,737 ^e ±15,38	602,894 ^a ±92,29	633,447 ^a ±120,38	311,263 ^d ±67,97	338,556 ^{cd} ±70,75	411,648 ^b ±85,21 ^c	380,173 ^{bcd} ±70,87
Coabilidade (%)	0,810 ^a ±0,03	0,647 ^{bc} ±0,03	0,613 ^c ±0,03	0,446 ^e ±0,05	0,542 ^d ±0,07	0,452 ^e ±0,03	0,571 ^d ±0,03	0,671 ^b ±0,03
Adesividade (g.sec)	-0,063 ^a ±0,09	-0,035 ^a ±0,09	-1,399 ^c ±1,26	-0,902 ^{bc} ±0,63	-0,588 ^{ab} ±0,45	-1,250 ^c ±1,14	-0,522 ^{ab} ±0,61	-0,174 ^a ±0,26
Elasticidade (%)	158,232 ^a ±25,28	130,188 ^b ±37,81	93,546 ^c ±1,89	91,007 ^c ±6,32	94,332 ^c ±4,58	102,331 ^c ±25,17	95,638 ^c ±3,59	97,582 ^c ±2,60
Mastigabilidade (g.sec)	546,689 ^a ±122,32	118,539 ^d ±30,81	344,722 ^b ±45,64	251,490 ^c ±48,29	158,069 ^d ±37,01	154,313 ^d ±38,05	224,391 ^c ±44,77	248,444 ^c ±45,18
Resistência (%)	69,311 ^a ±42,18	35,648 ^b ±2,30	32,896 ^{bc} ±2,49	21,726 ^c ±3,44	27,776 ^{bc} ±5,30	20,462 ^c ±2,58	31,427 ^{bc} ±2,07	40,022 ^b ±2,25

Arroz: Pão com farinha de arroz; Comercial: Pão feito com farinha de sorgo comercial; BR 305 e 1167048: Pão com farinha de sorgo marrom; BRS 332 e BRS 330: Pão feito com farinha de sorgo bronze; CMSS 002 e BR 501 R: Pão feito com farinha de sorgo branca.

Em linhas, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Fisher ($p < 0,05$)

O pão elaborado com a farinha de sorgo comercial foi o menos duro e os pães elaborados com sorgo marrom (BR 305 e 1167048) foram os pães com maiores valores de dureza. O pão controle com farinha de arroz foi mais duro que os pães elaborados com farinha de sorgo bronze (BRS 330 e BRS 332) e não diferiu estatisticamente dos pães elaborados com a farinha de sorgo branca (CMSS 005 e BR 501).

O que é mais desejável para o consumidor é um menor valor de dureza, ou seja, o pão mais macio, quando se trata de pães do tipo “pão de forma”. Em geral o consumidor prefere pães mais macios e com crosta crocante, enquanto características como pães duros e murchos são rejeitadas (DEUS, 2015; LAWLESS, HEYMANN, 1999).

Um estudo feito com pães de forma sem glúten comerciais encontrou valores de dureza em pães elaborados com farinha de arroz de 292,4g a 395,8g (DEUS, 2015). Liu et al. (2017) avaliaram a influência de diferentes hidrocoloides em pães a base de farinha de batata e os pães elaborados com 1% de goma xantana foram os que apresentaram menor dureza e o pão sem glúten controle (sem adição de hidrocoloides) foi o mais duro, seguido dos pães com HPMC e com CMC. Marston et al (2016) avaliaram o efeito do tratamento térmico da farinha de sorgo na produção de pães em relação à textura encontraram valores de 885g a 820g, porém esses valores ainda são maiores do que os valores encontrados no presente estudo.

A coesividade foi maior no pão de arroz, que também obteve os maiores valores em elasticidade, mastigabilidade e resistência. Em relação aos pães elaborados com farinha de sorgo os mais coesos foram o pão feito com farinha comercial e o feito com o genótipo BR 501, que não diferiram entre si. As amostras 1167048 e a BR 330 foram as menos coesas.

No artigo de Buresová et. al. (2014) foram apresentados resultados de TPA em sete pães isentos de glúten e em um pão feito com farinha de trigo. Ao analisar o pão com trigo, foram obtidos dureza igual a 89 g, adesividade igual a 0,005 g.sec e coesividade igual a 0,790%. Os pães avaliados neste estudo, assim como os pães isentos de glúten de Buresová et. al. (2014), demonstraram um valor elevado de dureza e adesividade, mas apresentaram baixa coesividade, se comparados com o pão de trigo.

O pão de arroz, como já citado, foi o que obteve maior valor de elasticidade, seguido do outro pão controle, com farinha de sorgo comercial. Os outros pães feitos com os genótipos de sorgo não diferiram estatisticamente entre si e tiveram o valor de elasticidade pelo menos 21 % menor que os pães controles.

A mastigabilidade mede a energia necessária para mastigar um alimento até a sua deglutição, ou seja, quanto menor o valor de mastigabilidade, mais macio é o pão. Em comparação aos pães feitos de sorgo, os que tiveram menor valor de mastigabilidade foram o pão de arroz, o de sorgo BRS 332 e o de sorgo BRS 330, que não diferiram entre si, e o pão de sorgo com maior valor de mastigabilidade foi o BR 305.

O pão com maior resistência foi o feito com farinha de arroz. Os pães feitos com farinha de sorgo, incluindo o comercial, tiveram pouca variação estatística, sendo que o BR 501, que obteve o maior valor destes, foi 42,2% menor que o pão de arroz.

3.3 Avaliação sensorial dos pães de sorgo

3.3.1. Aceitação

As análises sensoriais foram realizadas em três dias direntes, sendo duas sessões na loja de produtos naturais Shizen e uma sessão no laboratório de técnica dietética da Universidade de Brasília. As análises foram realizadas em dias diferentes porque após prontos os pães não podiam ficar muito tempo expostos e dessa forma o número de avaliadores por dia era limitado. Dos 140 avaliadores recrutados somente 124 permaneceram na amostra, por preencherem os critérios estabelecidos de consumo de pão e também devido ao preenchimento correto da ficha de análise sensorial. Os 124 avaliadores avaliaram individualmente as 8 amostras de pães, de acordo com o delineamento apresentado no Apêndice B.

As análises de aceitação foram realizadas por meio da ficha de escala hedônica de 9 pontos.

O resultado da análise dos dados por atributo pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8: Médias de aceitação (n=124) dos pães elaborados com diferentes farinhas, usando escala hedônica não estruturada de 9 pontos.

Tratamento	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global
Arroz	7,9 ^a	6,6 ^{abc}	6,6 ^{bcd}	6,8 ^a	6,8 ^{bc}
Sorgo Comercial	7,7 ^{ab}	6,4 ^c	6,1 ^d	6,7 ^a	6,6 ^{bc}
BR 305	7,1 ^d	6,8 ^{ab}	6,6 ^{bc}	6,6 ^a	6,8 ^{bc}
1167048	7,3 ^{bcd}	6,6 ^{abc}	6,6 ^{bcd}	6,8 ^a	6,8 ^{bc}
BRS 332	7,6 ^{abc}	6,9 ^a	7,2 ^a	7,0 ^a	7,3 ^a
BRS 330	7,4 ^{bcd}	6,8 ^{abc}	6,9 ^{ab}	7,0 ^a	7,0 ^{ab}
CMSS 005	7,0 ^d	6,5 ^{bc}	6,4 ^{cd}	6,6 ^a	6,5 ^c
BR 501	7,3 ^{cd}	6,6 ^{abc}	6,9 ^{abc}	6,7 ^a	6,9 ^{abc}

Em colunas, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Fisher ($p < 0,05$).

As médias da análise sensorial para todos os atributos estão acima de 6,0, o que indica que todos os pães estão na região de aceitação da escala. Para o atributo de aparência os pães mais aceitos foram com farinha de arroz, comercial e o BRS 332. Porém, a aceitação do pão comercial também não diferiu do 1167048 e de BRS 330. Além desses, a aceitação da aparência do pão BRS 332 não diferiu de BR 501. Em relação ao aroma, o mais aceito foi o BRS 332 e o menos aceito, com farinha comercial, não havendo uma diferença estatística significativa quando avaliados os pães elaborados com genótipos de sorgo e comparados com o pão elaborado com farinha de arroz.

Quanto ao sabor os pães mais aceitos foram elaborados com as farinhas de sorgo, não havendo diferença estatística na aceitação dos pães BRS 332, BRS 330 e BR 501, sendo esses com as maiores médias de aceitação. Comparado com os controles o pão BRS 332 foi mais aceito que o pão de arroz e que o pão comercial, e entre os dois controles não houve diferença estatística significativa na aceitação. Já em relação à textura não houve diferença estatística entre as amostras de pães.

Em relação a aceitação global o pão mais aceito foi o BRS 332, porém não diferindo estatisticamente dos pães BRS 330 e BR 501. O pão com a farinha de sorgo

BRS 332 (bronze) foi mais aceito que os dois controles (farinha de arroz e comercial) e mais aceito que os pães elaborados com as farinhas de sorgo marrom (1167048 e BR 305).

Esses resultados também foram submetidos à Análise de *Clusters* Hierárquica Aglomerativa (CAH), para segmentar os avaliadores em relação à aceitação global. Quando é feita a segmentação dos avaliadores em *clusters* é possível obter uma avaliação mais criteriosa da aceitação das amostras, porque a média de todos os avaliadores não reflete, necessariamente, a aceitação de todo grupo (LIMA *et al.*, 2007). A CAH foi realizada com os valores hedônicos atribuídos pelos 124 consumidores em relação às 8 amostras, gerando 2 *clusters* (Tabela 9), que se diferenciaram quanto a aceitação pelo teste t.

Tabela 9: Aceitação global geral e de segmentos de consumidores

Tratamento	Cluster 1 (n=42)	Cluster 2 (n=82)	Geral (n=124)
Arroz	5,3 ^{bc, B}	7,5 ^{abc, A}	6,8 ^{bc}
Sorgo Comercial	4,9 ^{c, B}	7,4 ^{bc, A}	6,6 ^{bc}
BR 305	5,9 ^{ab, B}	7,2 ^{c, A}	6,8 ^{bc}
1167048	5,7 ^{ab, B}	7,3 ^{c, A}	6,8 ^{bc}
BRS 332	6,1 ^{ab, B}	7,9 ^{a, A}	7,3 ^a
BRS 330	6,2 ^{a, B}	7,4 ^{bc, A}	7,0 ^{ab}
CMSS 005	5,0 ^{c, B}	7,3 ^{c, A}	6,5 ^c
BR 501	5,4 ^{bc, B}	7,7 ^{ab, A}	6,9 ^{abc}

Nas colunas médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo Teste de Fisher ($p < 0,05$). Nas linhas (das colunas *cluster 1* e *cluster 2*) médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

O cluster 1 representa 34% dos avaliadores e nesse cluster houve rejeição das amostras de pães elaboradas com as farinhas CMSS 005 (sorgo branco) e com a farinha comercial. O pão mais aceito nesse cluster foi o elaborado com a farinha BRS 330, não diferindo estatisticamente dos pães com as farinhas BRS 332, BR 305 e 1167048. Os pães BR 305, 1167048, BR 501, e com farinha de arroz ficaram com médias de aceitação de indiferença (não gostei nem desgostei).

O cluster 2 ficou composto por 66% dos avaliadores e nesse cluster, assim como no cluster 1, não houve médias de rejeição de nenhum pão. No cluster 2 as médias ficaram todas acima de 7 e o pão mais aceito foi o BRS 332, seguido pelo BR 501 e pelo pão elaborado com farinha de arroz não diferiram estatisticamente entre si. Os pães menos aceitos nesse cluster, não havendo médias estatisticamente diferentes, foram os elaborados com as farinhas CMSS 005, 1167048 e BR 305.

A avaliação dos outros atributos por cluster pode ser observada na Tabela 10. Para o atributo de aparência os dois clusters preferiram a amostra com farinha de arroz e não houve rejeição de nenhuma amostra. No cluster 1 a amostra CMSS 005 teve a menor média (5,7) e no cluster 2 a menor média foi a do pão com a farinha BR 305 (7,4).

Para o atributo aroma não houve rejeição em nenhum dos dois clusters, sendo que no cluster 1 o menos aceito foi o CMSS005 e o mais aceito foi o BR 305 e no cluster 2 o menos aceito foi o pão com farinha comercial e o mais aceito o BRS 332.

Já em relação ao sabor no cluster 1 houve rejeição das amostras CMSS 005 do pão com a farinha comercial, mas que não diferiram estatisticamente do pão com farinha de arroz (5,1). Ainda no cluster 1 o pão mais aceito foi o BRS 330, não diferindo estatisticamente dos pães BR 305, BRS 332, BR 501 e 1167048. No cluster 2 o mais aceito foi o BRS 332, não havendo diferença estatística dos pães BR 501 e BRS 330 e o menos aceito foi o pão controle elaborado com a farinha comercial de sorgo.

Com relação à textura foi observado que o cluster 1 preferiu a textura do pão BRS 330 e o cluster 2 preferiu a textura do pão BRS 332.

Tabela 10 :Aceitação dos atributos por cluster usando escala hedônica estruturada de 9 pontos

Tratamento	Cluster 1 (n=42)				Cluster 2 (n=82)			
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Aparência	Aroma	Sabor	Textura
Arroz	7,4 ^a	5,4 ^{ab}	5,1 ^b	5,6 ^{abc}	8,2 ^a	7,3 ^{ab}	7,3 ^{bc}	7,5 ^{ab}
Sorgo Comercial	6,9 ^{ab}	5,4 ^{ab}	4,9 ^b	5,2 ^{abc}	8,1 ^{ab}	6,8 ^b	6,8 ^d	7,4 ^{ab}
BR 305	6,5 ^{abc}	6,0 ^a	6,0 ^a	5,6 ^{abc}	7,4 ^d	7,2 ^{ab}	7,0 ^{cd}	7,2 ^b
1167048	6,5 ^{abc}	5,6 ^{ab}	5,5 ^{ab}	5,8 ^{abc}	7,8 ^{bcd}	7,1 ^{ab}	7,1 ^{bcd}	7,3 ^{ab}
BRS 332	6,7 ^{ab}	6,0 ^{ab}	6,0 ^a	5,9 ^{ab}	8,0 ^{abc}	7,4 ^a	7,8 ^a	7,6 ^a
BRS 330	6,7 ^{ab}	6,0 ^{ab}	6,1 ^a	6,0 ^a	7,8 ^{bcd}	7,2 ^{ab}	7,4 ^{abc}	7,5 ^{ab}
CMSS 005	5,7 ^c	5,2 ^b	4,9 ^b	5,2 ^{bc}	7,7 ^{cd}	7,1 ^{ab}	7,2 ^{bc}	7,4 ^{ab}
BR 501	6,3 ^{bc}	5,3 ^{ab}	5,6 ^{ab}	5,0 ^c	7,7 ^{bcd}	7,3 ^a	7,5 ^{ab}	7,6 ^{ab}

Nas colunas médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher ($p < 0,05$)

Apesar das diferenças entre os clusters em relação a aceitação global os pães mais aceitos nos dois clusters foram de sorgo bronze, cluster 1 BRS 330 (6,2) e cluster 2 BRS 332 (7,9). No cluster 1 os pães elaborados com as farinhas de diferentes genótipos de sorgo foram mais aceitos que os pães controle (arroz e comercial), já no cluster 2 o menos aceito foi o pão de sorgo marrom BR 305 (7,2) mas não diferindo estatisticamente dos pães com farinha de sorgo comercial e farinha de arroz.

Na ficha de recrutamento foram coletados dados de consumo de pão, sexo e idade para verificar o perfil demográfico dos avaliadores. Esses dados podem ser observados na tabela 11.

Tabela 11. Perfil demográfico dos participantes geral e por cluster.

Características	Descrição	Cluster 1 (n=42)	Cluster 2 (n=82)	Geral (n=124)
Idade	18-25	36	23	27
	26-55	52	46	48
	mais de 56	12	31	25
Sexo	Masculino	31	39	36
	Feminino	69	61	64
Consumo de pão	<i>Hard users</i>	88	85	86
	<i>Low users</i>	10	12	11
	<i>Non users</i>	2	2	2
Consumo de pão integral	<i>Hard users</i>	69	78	75
	<i>Low users</i>	26	18	21
	<i>Non users</i>	5	4	4
Consumo de pão sem glúten	<i>Hard users</i>	38	40	40
	<i>Non users</i>	62	60	60

A faixa etária compreendida entre 26 e 55 anos foi predominante tanto nos clusters como na amostra em geral, assim como a maior parte dos avaliadores foram do sexo feminino. Quanto ao consumo de pão, foram considerados “hard users” aqueles que consomem pão mais de uma vez por mês, mais de uma vez a cada 3 meses. Os que tinham consumo de pão a cada 6 meses e consumo raro foram considerados “low users” e os que não consumiam pão foram considerados “non users”. Dentro desses grupos para o consumo de pão e pão integral 2% a 5 % relataram não consumir pão, porém essas pessoas relataram o consumo de pão sem glúten, por esse motivo permaneceram na amostra. Dos avaliadores em geral 40% relataram ser consumidores de pães sem glúten e 60% relataram não consumir esse tipo de pão. Porém duas etapas da análise sensorial foram realizadas em um local em que as pessoas tem mais costume de consumir produtos sem glúten e produtos naturais.

É importante que testes sensoriais sejam feitos em locais centrais onde as pessoas tem o costume de frequentar locais que vendam produtos relacionados com os que estão sendo analisados. Porque dessa forma é possível coletar dados de pessoas que realmente poderiam ser consumidores do tipo de produto que está sendo desenvolvido.

3.3.2. Check all that apply (CATA)

3.3.2.1 Levantamento de atributos

Para a análise de CATA dos pães os atributos levantados foram levantados por uma equipe de avaliadores por meio do método de *Repertory Grid* ou Rede Entrecruzada (MEILGAARD et al., 1999). Os termos que foram levantados são apresentados na Tabela 12.

O total de atributos levantados pelos avaliadores foram 48, sendo 15 de aparência, 6 de aroma, 7 de cor, 8 de sabor e 12 de textura. Em um estudo realizado por Nkhabutlane, Rand, Kock (2014) em que foi feita avaliação descritiva com pães com avaliadores treinados, foram levantados 36 atributos.

Tabela 12 Atributos levantados pela equipe de avaliadores

Aparência			
Aparência de pão integral	Pontos pretos na casca	Pontos pretos no miolo	Pontos marrons no miolo
Casca macia	Casca dura	Casca lisa	Topo do pão arredondado
Buracos (alvéolos) grandes no miolo	Casca fina	Aparência de pão branco	Buracos (alvéolos) uniformes no miolo
Topo do pão regular	Altura da fatia	Buracos (alvéolos) irregulares no miolo	
Aroma			
Suave	Ácido	Cheiro de fermento	
Cheiro de queimado	Cheiro de fumaça	Cheiro de pão cru	
Cor			
Cor creme	Crosta escura	Cor de pão francês	Cor marrom escuro
Cor de chocolate	Cor de caramelo	Cor clara	
Sabor			
Adstringente	Residual amargo	Ácido	Sabor de fermento
Neutro	Amargo	Sabor de café	Adocicado
Textura			
Gruda no céu da boca	Coeso	Granuloso	Semelhante ao pão de forma tradicional
Borrachoso	Crosta crocante	Miolo úmido	Compacto
Crosta grossa	Miolo macio	Crosta dura	Miolo mole

3.3.2.2 Análise descritiva CATA

A partir do teste Cochran Q foi possível avaliar se os consumidores detectaram diferenças significativas entre as amostras para cada um dos termos que foram levantados. Como pode ser observado na tabela 13, dos 48 termos levantados para CATA não foram observada diferenças estatísticas em 29 termos. Dos termos com

diferença estatística significativa 8 foram de aparência, um de aroma, 7 de cor, 2 de sabor e 1 de textura.

Os termos que se diferenciaram quanto a aparência foram os termos relacionados com o tamanho dos alvéolos no miolo (grandes, irregulares e uniformes), aparência de pão branco e pão integral e pontos pretos ou marrons no miolo e pontos pretos na casca. Desses atributos os pães com as farinhas 1167048, sorgo comercial e farinha de arroz foram os menos marcados para o termo alvéolos grandes no miolo, já para o termo alvéolos irregulares os menos marcados foram com farinha de sorgo comercial, BRS 332 e 1167048, e para o termo alvéolos uniformes os mais marcados foram os dois pães controle (farinha comercial e arroz) e o pão 1167048. Para o termo aparência de pão branco os pães de genótipo de sorgo marrom (1167048 e BR 305) não foram marcados e também o pão de sorgo bronze BRS 330, o pão BRS 332 foi marcado por 1 pessoa com essa característica. Para aparência de pão integral todos os pães foram marcados, porém o pão com farinha de arroz recebeu menos marcações dessa característica.

Para o termo cheiro de pão cru, os pães com mais marcações foram os pães elaborados com farinha de sorgo branca e os pães controle. Para os termos relacionados a cor os pães com as farinhas de sorgo branco e os pães controle foram menos marcados nos termos cor marrom escuro, cor de chocolate e crosta escura e mais marcados em cor clara, cor creme e cor de pão francês.

A amostra comercial apresentou mais ($p < 0,05$) marcações de gosto amargo que as amostras 1167048, arroz, BR 501, BRS 330 e CMSS 005; as amostras BR 305 e BRS 332 apresentaram valores intermediários que não diferiram ($p > 0,05$) nem das menos indicadas e nem da mais indicada. Quanto ao gosto residual amargo o mais marcado continuou sendo o pão elaborado com farinha de sorgo comercial, seguido pelos pães elaborados com farinha de sorgo marrom e farinha de sorgo bronze, e os pães com farinha de sorgo branca e farinha de arroz foram pouco identificados com esse sabor. E em relação ao termo de textura borrachoso, o pão de farinha de arroz foi o mais marcado nesse atributo e o pão com farinha de sorgo comercial o menos marcado.

Tabela 13. Frequência de marcação dos termos para CATA e diferença entre as amostras para cada termo.

Atributos	1167048	Arroz	BR 305	BR 501	BRS 330	BRS 332	CMSS 005	Comercial
Altura da fatia	16A	11 A	8A	7A	7 A	10 A	10 A	13A
Buracos (alvéolos) grandes no miolo	20AB	18AB	50C	34BC	29BC	30BC	47C	7A
Buracos (alvéolos) irregulares no miolo	28AB	39B	46B	43B	42B	36AB	46B	18 A
Buracos (alvéolos) uniformes no miolo	39AB	37AB	23A	27A	26 A	28 A	25 A	54B
Aparência de pão branco	0A	59E	0A	14BC	0 A	1AB	23CD	43DE
Aparência de pão integral	70D	13 A	50CD	35BC	64D	75D	24AB	27ABC
Casca fina	47A	55 A	43A	46A	35 A	48 A	43 A	54 A
Casca macia	32A	36 A	38A	31A	37 A	38 A	35 A	36 A
Casca dura	27A	34 A	38A	34A	33 A	28 A	31 A	30 A
Casca lisa	32A	37 A	22A	35A	21 A	24 A	27 A	30 A
Pontos marrons no miolo	37D	0 A	25CD	29CD	30CD	32CD	15BC	9AB
Pontos pretos na casca	21B	0A	7AB	13B	11AB	17B	7AB	9AB
Pontos pretos no miolo	13BC	0A	5AB	35D	16BCD	28CD	30CD	20BCD
Topo do pão arredondado	10A	18 A	14A	11A	8 A	12 A	12 A	12 A
Topo do pão regular	18A	17 A	12A	14A	14 A	12 A	16 A	14 A
Ácido	7A	6 A	12A	6A	8 A	3 A	5 A	10 A
Cheiro de pão cru	21AB	30AB	25AB	31AB	23AB	13 A	37B	20AB
Cheiro de fumaça	8A	3 A	8A	3 A	4 A	2 A	5 A	2 A
Cheiro de queimado	6A	2 A	4A	1 A	5 A	2 A	0 A	1 A
Cheiro de fermento	21A	27 A	22A	23 A	18 A	29 A	23 A	27 A
Suave	62A	74 A	68A	73 A	75 A	82 A	66 A	74 A
Cor marrom escuro	46C	0A	53A	2 A	34BC	22B	0 A	0 A
Cor clara	0A	79C	0A	42B	1 A	11 A	56BC	57BC
Cor creme	2A	39B	1A	55BC	2 A	12 A	68C	54BC

Atributos	1167048	Arroz	BR 305	BR 501	BRS 330	BRS 332	CMSS 005	Comercial
Cor de caramelo	13AB	6 A	4A	30B	17AB	54C	16AB	16AB
Cor de chocolate	65C	0A	80C	0 A	75C	25B	1 A	2 A
Cor de pão francês	0A	30C	0A	8AB	0 A	0 A	9AB	15BC
Crosta escura	19CD	3 A	25D	3 A	17ABCD	18BCD	3AB	7ABC
Adocicado	37A	42 A	36A	45 A	39 A	38 A	35 A	25 A
Adstringente	7A	3 A	10A	3 A	7 A	9 A	12 A	10 A
Amargo	2A	2 A	11AB	5 A	5 A	8AB	2 A	23B
Gosto ácido	5A	3 A	1A	4 A	7 A	5 A	5 A	5 A
Neutro	48A	62 A	48A	54 A	53 A	45 A	56 A	46 A
Sabor residual amargo	28BC	9 A	17ABC	5 A	17ABC	20ABC	10AB	36C
Sabor de café	5A	1 A	5A	3 A	3 A	3 A	1 A	0 A
Sabor de fermento	18A	24 A	16A	18 A	13 A	20 A	22 A	18 A
Borrachoso	8A	30B	19AB	11 A	13AB	10 A	11AB	7 A
Coeso	12A	24 A	14A	12 A	17 A	17 A	22 A	18 A
Compacto	8A	15 A	14A	13 A	11 A	11 A	13 A	16 A
Crosta crocante	23A	14 A	21A	15 A	20 A	16 A	16 A	18 A
Crosta dura	8A	4 A	11A	12 A	11 A	8 A	5 A	2 A
Crosta grossa	8A	3 A	5A	5 A	10 A	6 A	5 A	4 A
Granuloso	38A	24A	23A	36 A	28 A	24 A	30 A	31 A
Gruda no céu da boca	2A	3 A	8A	2 A	6 A	11 A	5 A	1 A
Miolo macio	65A	53 A	57A	59 A	66 A	63 A	53 A	58 A
Miolo mole	22A	23 A	25A	32 A	25 A	35 A	24 A	33 A
Miolo úmido	35A	36 A	43A	30 A	27 A	40 A	38 A	25 A
Semelhante a pão de forma tradicional	12A	22 A	7A	9 A	13 A	13 A	11 A	22 A

Nas linhas médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Cochran Q ($p < 0,05$).

O mapa gerado pela análise de correspondência (Figura 6) explica 79,43% da variação nas duas dimensões. De acordo com o mapa é possível observar que os dois pães controle (farinha de arroz e comercial) estão próximos e com as características de acordo com as intensidades já citadas de acordo com a tabela 13. No mapa é possível perceber que as características dos pães controle estão opostas ao pão BRS 332 (sorgo bronze). E que os pães elaborados com farinha de sorgo branca estão mais próximos e com características mais parecidas como, cor creme. E os pães elaborados com sorgo marrom também estão próximos indicando similaridades entre eles.

Tabela 14 Teste de independência entre linhas e colunas da análise de correspondência.

Qui-quadrado (valor observado)	1981,237
Qui-quadrado (valor crítico)	372,299
DF	329
Valor p	< 0,0001
Alfa	0,05

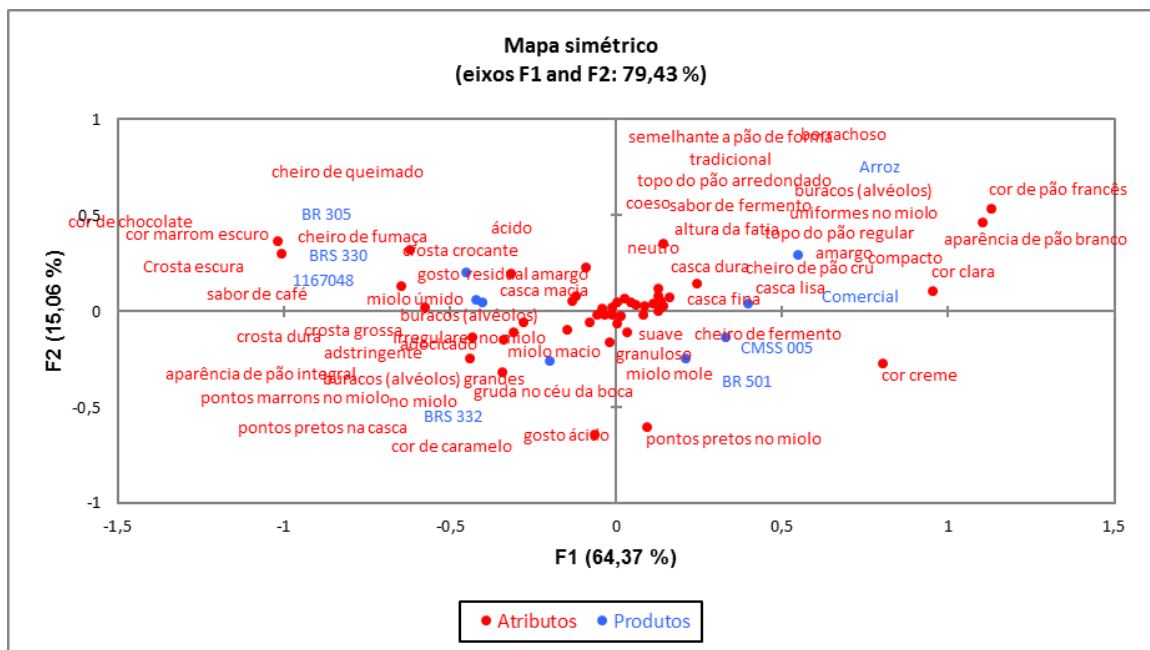


Figura 6. Mapa descritivo obtido por meio de análise de correspondência dos dados obtidos no teste CATA (n=124)

Na Figura 7 é possível observar a correlação dos atributos avaliados com a preferência dos avaliadores. Dessa forma é possível perceber que a aceitação dos pães está relacionada com os atributos de gosto adocicado, miolo macio, coeso, casca macia.

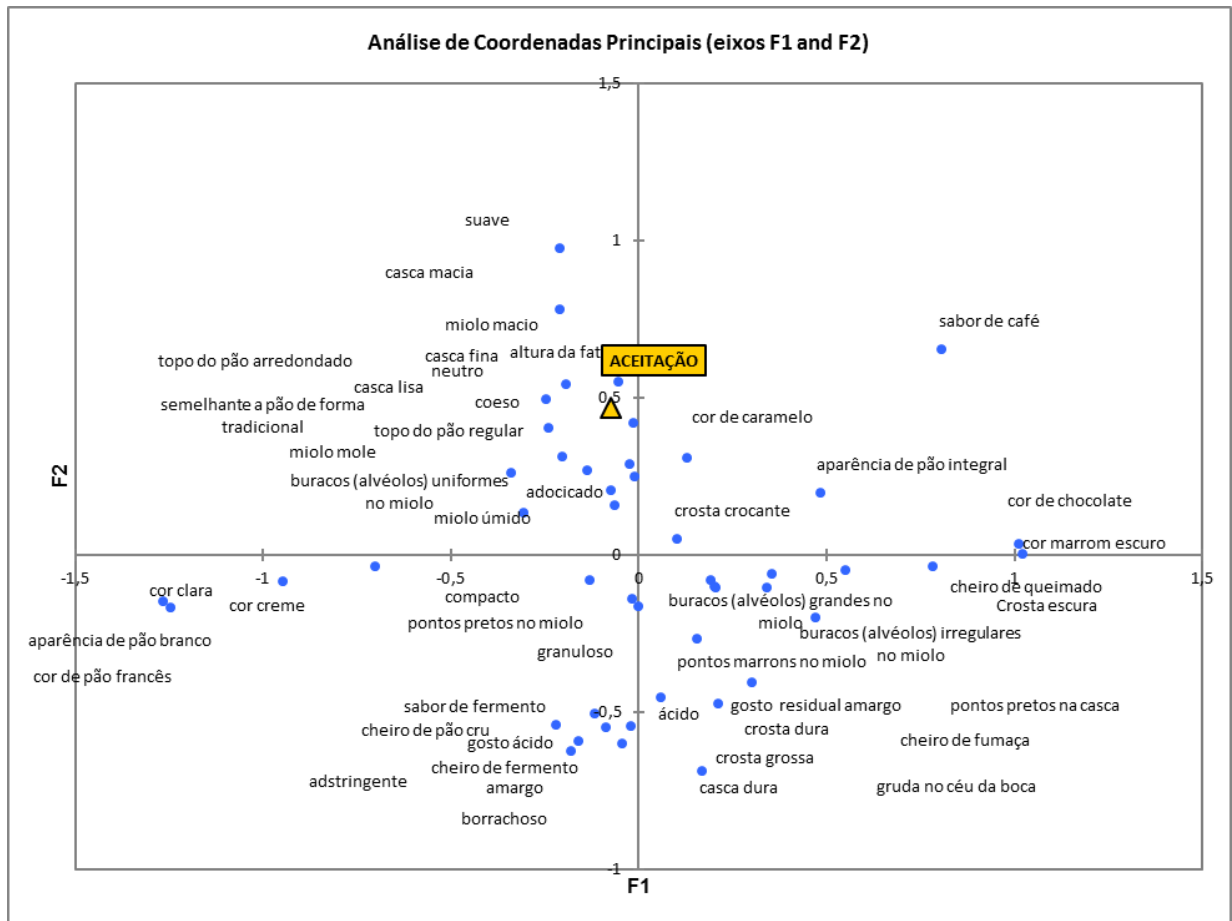


Figura 7. Análise de coordenadas principais dos dados obtidos nos testes CATA e aceitação (n=124).

O gráfico de impacto médio (Figura 8) mostra os atributos com impactos significativos positivos, ou seja, atributos que são desejáveis nos pães (em azul) e os atributos em vermelho indicam a diminuição das médias pelos atributos que seriam indesejáveis. Dessa forma é possível observar que alvéolos irregulares, casca dura, cheiro de pão cru e textura granulosa dos pães são aspectos indesejáveis.

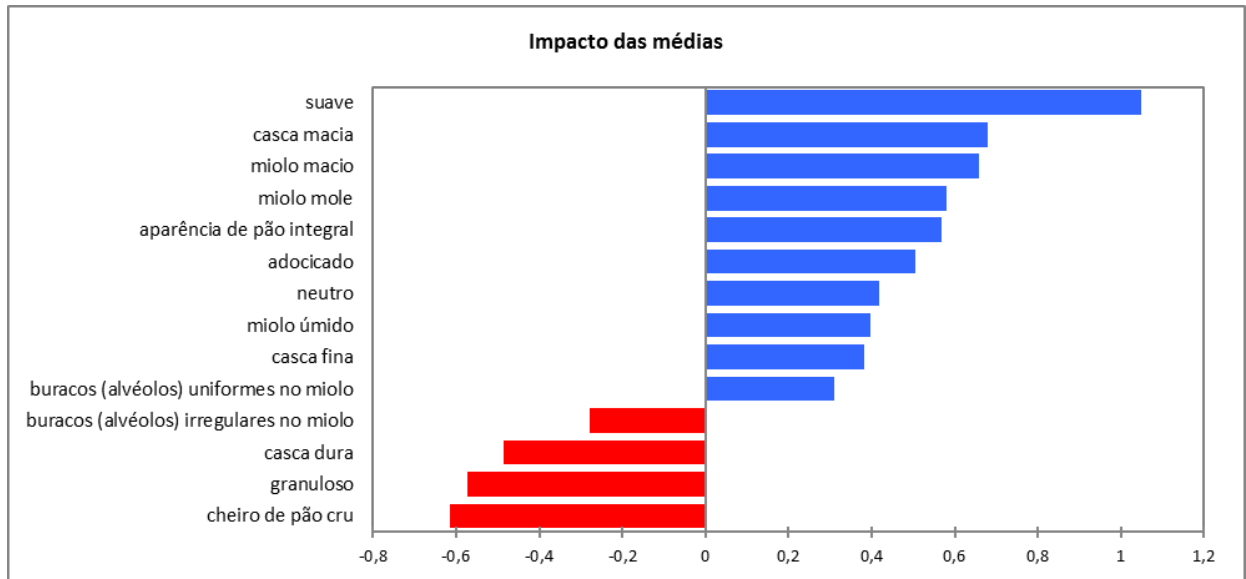


Figura 8. Impacto dos atributos avaliados (CATA) sobre aceitação sensorial (n=124)

No CATA não é possível mensurar a magnitude de diferença entre os atributos, porém é possível verificar se as frequências das marcações de cada atributo diferem estatisticamente; dessa forma é possível obter dados quantitativos binários. Para a obtenção de dados métricos (mensurar a intensidade de cada atributo) é importante utilizar outros métodos descritivos como ADQ ou PDO.

3.3.3. Perfil Descritivo Otimizado (PDO)

3.3.3.1 Seleção dos avaliadores

Foram distribuídas 40 fichas de recrutamento na Faculdade de Ciências da Saúde (FS) da Universidade de Brasília (UnB) aos interessados em participar da análise sensorial descritiva de pães de Sorgo. De acordo com os critérios de seleção, que incluíam disponibilidade de horário, consumo de pão, familiarização com termos sensoriais, habilidades em trabalhar com escalas de intensidade, interesse em participar da equipe de avaliadores, e algum problema de saúde que poderia impedir o consumo do produto-teste, somente 22 indivíduos foram selecionados e recrutados para participarem da próxima seleção, que seria a sequência de testes triangulares.

Antes dos testes triangulares foi feito um pré-teste para testar o produto que seria utilizado na sequência de testes triangulares com os avaliadores selecionados. Nesse pré-teste foi feito um teste triangular com diferença de sal em um pão sem glúten e os avaliadores eram solicitados a informar qual a amostra era diferente (ficha sensorial no Apêndice D). Nesse pré-teste foi confirmado que havia diferença sensorial estatística entre as amostras que seriam usadas nos testes com os avaliadores selecionados para PDO.

Os 22 candidatos recrutados fizeram uma sequência de quatro testes triangulares com pães com 2% e 5% de sal. Somente 20 avaliadores conseguiram o número de acertos mínimo de 75%, nos testes triangulares com as amostras de pães.

3.3.3.2 Definição da terminologia descritiva

Foi utilizado o método de lista prévia, a partir dos termos levantados para os pães de sorgo na metodologia de CATA (Tabela 12). Os termos foram agrupados de acordo com o tipo de atributo: aparência, aroma, sabor, textura. Após selecionados os termos, cada um foi definido e os materiais de referência foram escolhidos para ancorarem os extremos de intensidade da escala de avaliação. A definição dos materiais de referência de intensidade dos atributos sensoriais foi feita com o consenso dos avaliadores, como indicado por Minim; Silva (2016).

Após o consenso os avaliadores passaram por uma etapa de familiarização com a definição dos termos e dos materiais de referência. A Tabela 15 mostra os termos de referência utilizados.

Tabela 15. Definição dos atributos sensoriais e dos materiais de referência usados no teste PDO

Termo Descritivo	Definição	Referências
Aparência		
Cor do miolo	Cor característica do miolo após o cozimento. Grau de tonalidade da cor varia de uma cor clara (pão francês) até uma cor escura (cor marrom escura).	Fraco: Miolo pão francês Forte: Miolo de bolo de chocolate - Casa Suiça©
Cor da casca	Cor característica da casca após o cozimento. Grau de tonalidade da cor varia de uma cor clara (pão francês) até uma cor escura (cor marrom escura).	Fraco: Crosta de pão tipo ciabatta – Pão de Açúcar © Forte: Casca de bolo de chocolate - Casa Suiça©
Porosidade	Extensão de perfuração na superfície da fatia do pão, cobrindo os buracos e rachaduras que permitem a penetração de ar. Tamanho dos alvéolos.	Fraco: Pão de forma tradicional – Seven Boys © Forte: Pão de fermentação natural – La Boulangerie ©
Manchas	A quantidade de partículas (marrons, pretas), no miolo e/ou cascas.	Fraco: Pão de forma tradicional – Seven Boys © Forte: Pão francês integral – Pão de Açúcar ©
Suavidade da crosta	Aspecto visual do contorno da crosta de lisa a rugosa.	Fraco: Crosta do pão de forma tradicional – Seven Boys © Forte: Crosta de pão francês – Pão de Açúcar ©
Aroma		
Aroma de fermento levedura	Aroma característico da fermentação de levedura.	Fraco: Água Forte: Água com fermento biológico em pó (Fleischmann®).
Aroma de pão tradicional	Aroma característico de pão tradicional.	Fraco: Água Forte: Pão de forma integral – Seven Boys©
Aroma torrado	Odor de pão e migalhas após o cozimento/aquecimento	Fraco: Água Forte: Torrada de pão de forma integral – Seven Boys©

Sabor/Gosto

Doce	Sabor característico da solução de sacarose/pão doce.	Fraco: Pão de forma tradicional - Seven Boys © Forte: Rosca doce
Fermento e levedura	Sabor característico da levedura/fermentação.	Fraco: Pão de forma branco - Seven Boys © Forte: Pão sem glúten com muito fermento (receita do pão com farinha de arroz com o dobro de fermento)
Amargo	Sensação do gosto de cafeína.	Fraco: Água Forte: Café sem açúcar – Santa Clara extraforte ©
Adstringente	Sabor semelhante ao da banana-verde	Fraco: Água Forte: Chá verde frio

Textura

Adesividade	Força necessária para remover completamente a amostra do palato usando a língua	Fraco: Biscoito de arroz – Camil © Forte: Pão tipo bisnaguinha - Seven Boys ©
Dureza	Força necessária para comprimir a amostra entre dentes molares	Fraco: Bolo (massa pão de ló) Forte: Biscoito de arroz - Camil ©
Umidade	Quantidade de umidade percebida na superfície do produto, quando em contato com a cavidade oral	Fraco: Biscoito de arroz - Camil © Forte: Crepe de arroz

3.3.3.3. Avaliação final dos produtos

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Somente 18 avaliadores finalizaram a análise sensorial descritiva, com avaliação dos 15 atributos que foram analisados em triplicata, sendo um atributo por sessão. Portanto totalizaram 45 sessões para a análise de todos os atributos, o tempo gasto para realização do PDO foram de 3 meses. A ficha sensorial utilizada está no Apêndice E desse trabalho.

Para análise de aparência os pães eram produzidos a cada três dias e armazenados sob refrigeração. Para análise dos atributos de aroma, sabor e textura os pães eram analisados no mesmo dia da produção. Os materiais de referência foram comprados em um mercado local.

Alguns materiais de referência foram preparados no momento da análise. Para o aroma de fermento/levedura no momento da análise eram misturados 5g de fermento biológico seco da marca Fleischmann[®] em 40mL de água morna. Para o aroma de pão torrado, um pão de forma integral era torrado em forno a 200°C por 10 minutos. Para o extremo forte do atributo de sabor de fermento, o pão controle de farinha de arroz (FTP em anexo) foi produzido com o dobro de fermento da receita padrão. O café e o chá verde eram feitos no dia da análise. O café era feito com 45g de pó de café extraforte para 350mL de água e armazenado em garrafa térmica. Para o chá verde eram utilizados três sachês para 500mL de água e armazenado em garrafa e mantido sob refrigeração. Para análise de dureza e umidade, o bolo e a massa de crepe, respectivamente, também foram produzidas no dia das análises.

Para o aroma as amostras foram colocadas em placas de petri e tampadas para que os aromas ficassem conservados. Para aparência, sabor e textura as amostras foram servidas em pratos descartáveis. Todas as amostras foram balanceadas para cada atributo e avaliador.

As cabines individuais foram montadas conforme o atributo sensorial a ser avaliado, como mostram as figuras 9, 10, 11 e 12.



Figura 9. Cabines individuais montadas para as análises de PDO

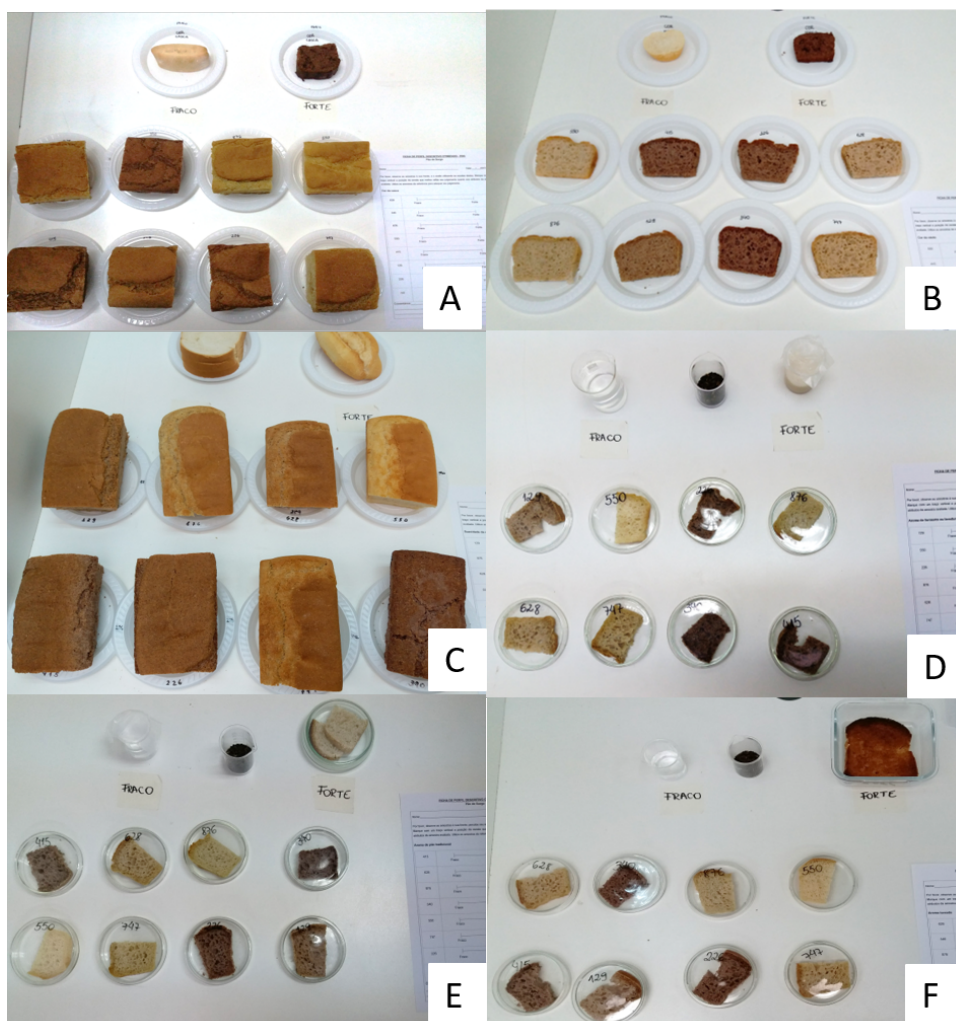


Figura 10. Disposição das referências e amostras para aparência (A, B, C) e aroma (D, E, F) no PDO usando escala não estruturada de 9cm.

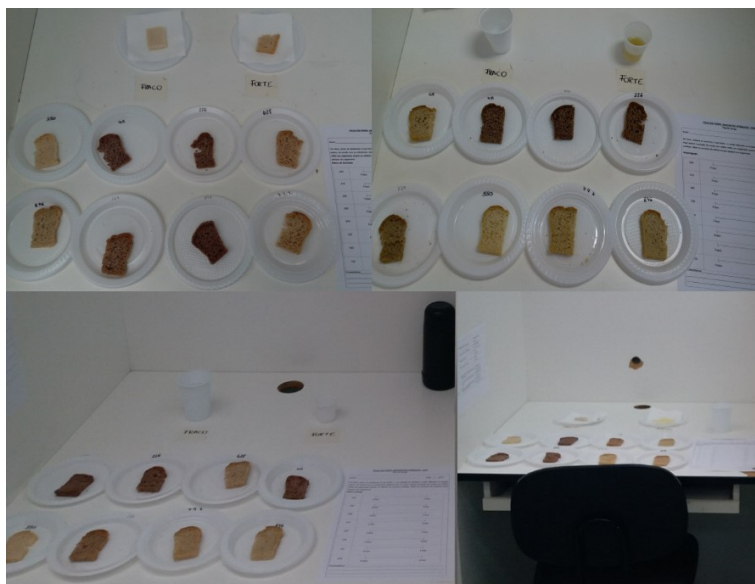


Figura 11. Disposição das referências e amostras para sabor no PDO usando escala não estruturada de 9cm.

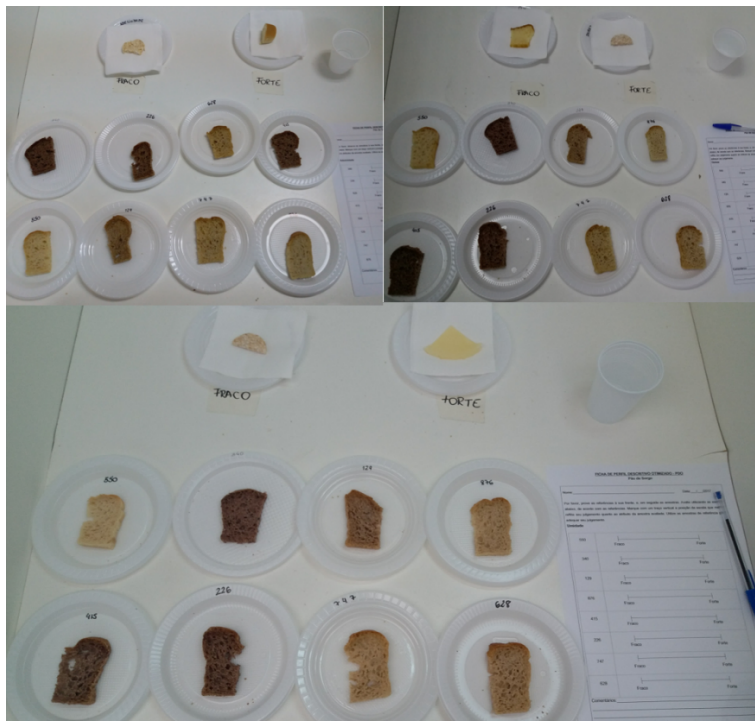


Figura 12. Disposição das referências e amostras para textura no PDO usando escala não estruturada de 9cm.

Para obtenção dos escores sensoriais, mediu-se com uma régua o intervalo entre o extremo esquerdo do escala e a marcação realizada pelo avaliador. A análise estatística dos dados finais de PDO foram realizadas por ANOVA seguida de testes de média de Fisher ($p < 0,05$). Esses resultados podem ser observados na Tabela 16.

Na comparação dos pães elaborados com as farinhas de genótipos diferentes de sorgo com os pães controles, em relação a cor do miolo os pães elaborados com os genótipos BR 305 e 1167048 (sorgo marrom) mostraram o perfil sensorial oposto ao pão elaborado com farinha de arroz e ao pão elaborado com a farinha comercial. Os pães com as farinhas de sorgo branco, BR 501 e CMSS 005 ficaram estatisticamente iguais ao pão de sorgo elaborado com a farinha de sorgo comercial que também é branca. No atributo cor da casca somente os pães elaborados com sorgo branco ficaram iguais estatisticamente, todos os outros pães se diferenciaram, sendo que os pães com sorgo marrom (BR 305 e 1167048) tiveram maior intensidade nesse atributo e os pães comercial e arroz menor intensidade, respectivamente.

Em relação à porosidade os pães controle arroz e comercial ficaram iguais estatisticamente e apresentaram uma intensidade fraca (3,7 e 3,6). O pão com a maior intensidade desse atributo foi o BR 501, que ficou igual estatisticamente do BRS 332, 1167048 e CMSS 005. Nesse atributo o tipo de genótipo de sorgo não influenciou no tamanho dos alvéolos dos pães. Os dois pães elaborados com sorgo marrom foram estatisticamente diferentes, sendo a intensidade de porosidade maior no pão 1167048 do que no BR 305.

No atributo “manchas” que são pontos pretos ou marrons no miolo e/ou casca, o pão elaborado com farinha de arroz apresentou menor intensidade, como era esperado, já que a farinha de arroz não possui nenhuma pigmentação. O pão elaborado com a farinha comercial de sorgo também ficou com a intensidade baixa, porém maior do que o com farinha de arroz. Os pães elaborados com farinha de sorgo bronze e marrom foram os pães com maior intensidade, visto que o sorgo tem uma pigmentação na casa e então a farinha também fica com essa pigmentação. Os pão elaborado com o sorgo branco BR 501 ficou estatisticamente igual aos pães BRS 332 e BR 305, já o pão com o sorgo branco CMSS 005 apresentou menor intensidade do que os demais pães.

O atributo suavidade da crosta foi mais difícil ser avaliado, devido a dificuldade de controlar como a crosta do pão fica em dias diferentes da produção. Os pães que eram elaborados para avaliação desse atributo eram congelados, porém quando a casa apresentava rachaduras devido ao armazenamento o pão era substituído. E apesar de controlar a forma que os pães foram elaborados para reduzir a variação, por não se tratar de uma produção industrial, as variáveis de umidade e temperatura do dia da produção dos pães interferem na fermentação e na formação da crosta. Nenhum pão ficou com a intensidade da suavidade da crosta muito forte, os que foram considerados com a crosta mais rugosa foram o CMSS 005, comercial, Arroz e 1167048. O pão com a crosta menos rugosa foi o pão elaborado com a farinha BRS 330.

Quanto ao aroma de fermento o pão com maior intensidade desse atributo foi o controle com farinha de arroz e o menos o pão com sorgo marrom BR305.

Com relação ao aroma de pão tradicional, os pães elaborados com as farinhas de sorgo bronze e o pão BR 305 apresentaram maior intensidade (4,9 e 4,6), os pães controle ficaram com menor intensidade desse atributo e iguais estatisticamente, ou seja com o aroma mais próximo de um aroma neutro. Com relação ao aroma de pão torrado os pães elaborados com sorgo bronze e marrom tiveram maior intensidade desse atributo (2,3 a 3,0) e os pães de sorgo branco e controle com menor intensidade (1,5 a 1,9). Sendo que o pão BR 305 apresentou maior intensidade desse atributo e o pão com farinha de arroz com menor intensidade.

Com relação aos atributos de sabor, não houve diferença estatística para o gosto doce, sendo a intensidade desse atributo baixa (1,5 a 2,0), isso quer dizer que os pães elaborados não são considerados pães caracterizados por gosto doce, mesmo porque a quantidade de açúcar que é utilizada para a produção desses pães não os caracteriza como pães doces. Quanto ao sabor de fermento o pão comercial apresentou maior intensidade desse atributo e o pão BR 305 com menor intensidade, sendo que os demais pães são estatisticamente iguais ao BR 305, ou seja, para esse atributo também não houve muitas diferenciações entre as amostras.

Tabela 16: Escores médios dos atributos sensoriais para os pães sem glúten na análise de PDO utilizando escala não estruturada de 9 cm.

Atributos	Amostras							
	Arroz	Comercial	BR 305	1167048	BRS 332	BRS 330	CMSS 005	BR 501
Cor do miolo	1,1 ^e	2,1 ^d	7,5 ^a	7,5 ^a	4,8 ^c	6,4 ^b	2,4 ^d	2,9 ^d
Cor da casca	1,7 ^g	3,1 ^f	7,3 ^a	6,8 ^b	5,0 ^d	6,1 ^c	3,7 ^e	3,9 ^e
Porosidade	3,7 ^d	3,6 ^d	5,0 ^c	6,0 ^{ab}	6,1 ^{ab}	5,6 ^{bc}	5,9 ^{ab}	6,3 ^a
Manchas	0,3 ^f	2,2 ^e	4,6 ^c	6,2 ^a	5,1 ^{bc}	5,6 ^{ab}	3,1 ^d	4,5 ^c
Suavidade da crosta	5,1 ^a	5,1 ^a	4,0 ^b	4,7 ^{ab}	4,0 ^b	2,6 ^c	5,4 ^a	4,0 ^b
Aroma de fermento	4,0 ^a	3,7 ^a	2,6 ^c	3,5 ^{abc}	3,5 ^{ab}	2,9 ^{bc}	3,7 ^{ab}	3,7 ^{ab}
Aroma de pão tradicional	3,1 ^c	3,4 ^b	4,9 ^a	4,0 ^{ab}	4,9 ^a	4,6 ^a	3,7 ^{bc}	4,2 ^{ab}
Aroma de pão torrado	1,5 ^c	1,8 ^{bc}	3,0 ^a	2,3 ^{ab}	2,4 ^{ab}	2,8 ^a	1,9 ^{bc}	1,9 ^{bc}
Sabor doce	1,5 ^a	1,7 ^a	1,6 ^a	1,6 ^a	2,0 ^a	1,7 ^a	1,8 ^a	1,7 ^a
Sabor de fermento	3,4 ^b	4,4 ^a	3,2 ^b	3,4 ^b	3,4 ^b	3,5 ^b	3,5 ^b	3,8 ^{ab}
Sabor amargo	1,1 ^b	2,3 ^a	1,4 ^b	1,7 ^{ab}	1,4 ^b	1,6 ^b	1,2 ^b	1,2 ^b
Sabor adstringente	1,1 ^c	2,0 ^{ab}	2,1 ^{ab}	2,3 ^a	1,6 ^{bc}	2,1 ^{ab}	1,8 ^{ab}	2,2 ^{ab}
Adesividade	3,1 ^c	4,3 ^{ab}	4,8 ^a	4,9 ^a	5,2 ^a	5,0 ^a	3,8 ^{bc}	3,8 ^{bc}
Dureza	1,7 ^{abc}	1,5 ^c	2,1 ^{abc}	2,2 ^a	1,6 ^{bc}	2,2 ^{ab}	1,8 ^{abc}	2,0 ^{abc}
Umidade	6,0 ^a	6,1 ^a	5,9 ^a	5,3 ^a	6,1 ^a	5,6 ^a	5,5 ^a	5,6 ^a

Nas linhas médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Fisher ($p < 0,05$)

A referência “forte” para o gosto doce pode não ter sido bem escolhida e ficado em um extremo muito mais forte do que as amostras e dessa forma influenciou na intensidade marcada na escala mais distante do extremo forte. A escolha da referência para gosto doce foi uma limitação encontrada no estudo, a escolha das referências por avaliadores não treinados pode ter contribuído para essa limitação.

As intensidades dos atributos medidos para gosto amargo, não indicam um forte amargor nos pães (valores de 1,1 a 2,3). O pão considerado mais amargo foi com farinha de sorgo comercial e o menos amargo com farinha de arroz, sendo que os demais pães de sorgo ficaram estatisticamente iguais aos pães elaborados com farinha de arroz. A referência forte para o gosto amargo também pode ter sido mal escolhida, e ter ficado com uma intensidade muito maior do que esse gosto percebido nos pães. Se a referência escolhida fosse somente um pouco mais forte que as amostras, teria a possibilidade de mais diferenças estatísticas entre as amostras tivessem sido encontradas.

O atributo adstringência foi percebido, mas também não foi considerado tão forte (1,1 a 2,3). Esse sabor poderia ser esperado nos pães devido a presença de tanino em alguns grãos de sorgo. O pão com maior intensidade de adstringente foi o pão com sorgo marrom (com tanino) 1167048 e a intensidade mais fraca o pão elaborado com farinha de arroz.

Nos atributos de textura não houve diferença estatística para umidade, a intensidade variou de 5,3 a 6,1. Em relação a adesividade o pão elaborado com farinha de arroz teve menor intensidade (3,1), sendo estatisticamente igual aos pães elaborados com farinha de sorgo branca. Os pães elaborados com farinha de sorgo bronze e marrom foram considerados com uma intensidade maior de adesividade (4,8 a 5,2), sendo estatisticamente iguais ao pão elaborado com farinha de sorgo comercial. Em relação à dureza não houve muitas diferenciações entre as amostras, sendo o pão com a farinha 1167048 considerado o mais duro (2,2) e o comercial menos duro (1,5), porém as médias de intensidade para esse atributo foram mais próximas da extremidade fraca, indicando que os pães foram considerados macios.

3.3.3.4. Análise de Componentes Principais (ACP)

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica multivariada de análise de dados que permite obtenção de mapa descritivo. Procura uma combinação linear das variáveis, a fim de maximizar o valor da variância total explicada em um número de dimensões que o de variações originais (Minim, Silva, 2016). Se as variáveis são altamente correlacionadas, elas serão combinadas em uma dimensão que irá explicar o maior valor de variância da amostra (F1). A segunda dimensão (F2) explica o segundo maior valor de variância, e que não serão correlacionadas com a primeira dimensão (FÁVERO et al., 2009; KING, ARENTS, 1991).

Nas figuras 13a e 13b estão representadas os resultados da Análise de Componentes Principais (ACP), em gráfico bidimensional (F1x F2), aplicada aos resultados da análise de PDO dos 8 pães avaliados.

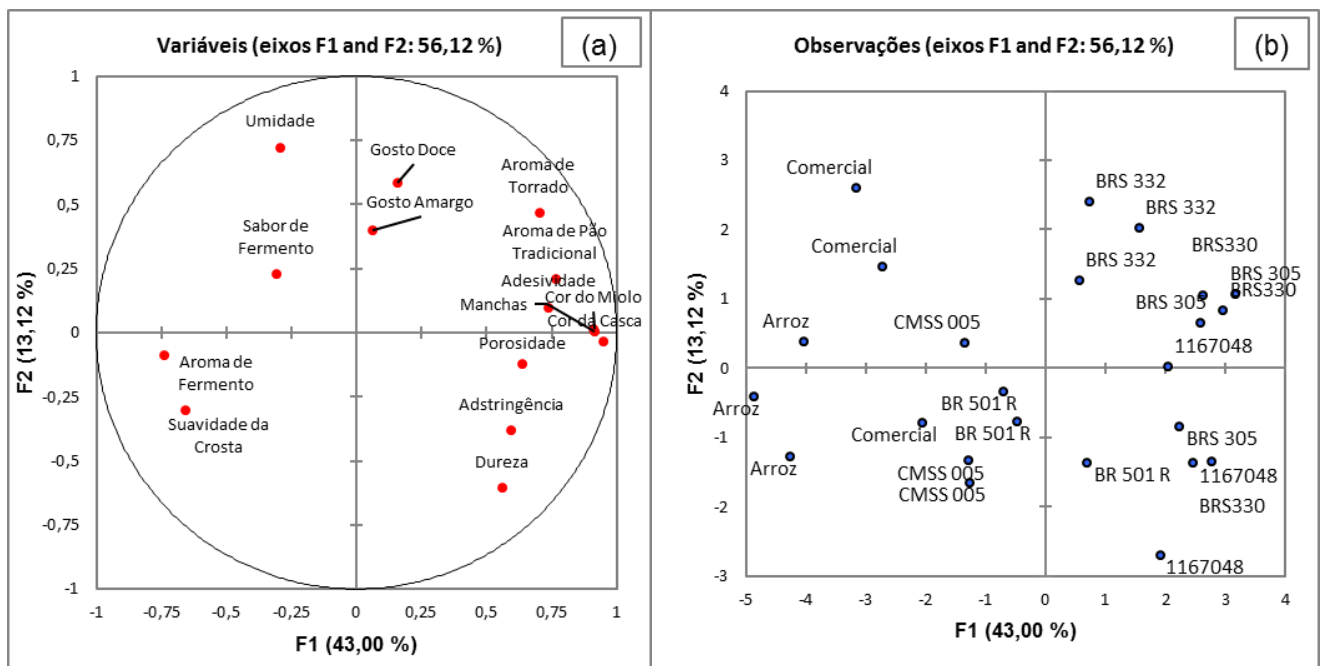


Figura 13a e 13b. Análise dos componentes principais de PDO gerada pelo plano fatorial (F1x F2). Figura 13^a mostra as variáveis e a Fugira 13b as observações.

No gráfico, as variáveis próximas umas das outras estão inter-relacionadas, as variáveis mutuamente distantes não estão relacionadas, ou estão negativamente relacionadas.

Na ACP (figura 13b) pode ser percebido que algumas repetições de uma mesma amostra não ficaram no mesmo quadrante, indicando que houve alguma diferença no padrão de respostas dos avaliadores, o que é esperado devido ao PDO não ser um método descritivo com treinamento dos avaliadores. No primeiro quadrante ficaram duas repetições das amostras de pão comercial, uma de CMSS 005 e uma de pão com farinha de arroz que estão mais relacionadas com os atributos sabor de fermento e umidade. As demais amostras de pães elaboradas com sorgo branco (CMSS 005 e BR 501), além dos dois pães controle (farinha de arroz e comercial de sorgo) ficaram no mesmo quadrante com uma associação maior com os atributos suavidade da crosta e aroma de fermento.

Os pães elaborados com a farinha de sorgo bronze BRS 332 ficaram próximas e mais próximas dos atributos aroma de torrado, gosto doce e gosto amargo. Já as amostras BRS 330 e BR 305 (duas repetições) estão mais próximas dos atributos aroma de pão tradicional, adesividade, manchas e cor do miolo. Duas repetições do 1167048 estão mais próximas dos atributos porosidade, adstringência e dureza.

3.3.4. Correlação entre dados sensoriais (Aceitação e PDO) e instrumentais

A análise de regressão de mínimos quadrados parciais (PLS) foi conduzida para correlações das características sensoriais descritivas, avaliadas por PDO, e características tecnológicas com os dados de aceitação. A PLS é uma técnica de análise de dados multivariados que relaciona a matriz de dados X (variáveis independentes) com uma resposta Y (variável resposta) permitindo encontrar vetores base representando a relação entre as variáveis (WESTAD, 2004). A PLS é uma regressão linear multivariada, ou seja,, avalia apenas o efeito linear de cada variável independente sobre a variável dependente. Então a PLS mostra quais atributos direcionam a preferência dos avaliadores positiva ou negativamente. Nas figuras 14a e 14b estão representadas a análise PLS.

Com as observações sobre os eixos t1 e t2 (Figura 14b) é possível perceber que as amostras de pães elaboradas com sorgo bronze (BRS 332 e BRS 330) estão mais próximas, as amostras elaboradas com farinha de sorgo marrom também estão

próximas (1167048 e BR 305) e oposto a essas amostras estão os pães elaborados com farinha de sorgo branca (BR 501 e CMSS 005) e os pães controle com farinha de arroz e farinha de sorgo comercial.

Na figura 14a é possível perceber que a aceitação global dos pães está mais relacionada com os atributos gosto doce e aroma de pão tradicional e observando a figura 14b é possível perceber que a amostra que mais se aproximou dessas características foi a BRS 332 e a BRS 330, ambas elaboradas com farinha de sorgo bronze.

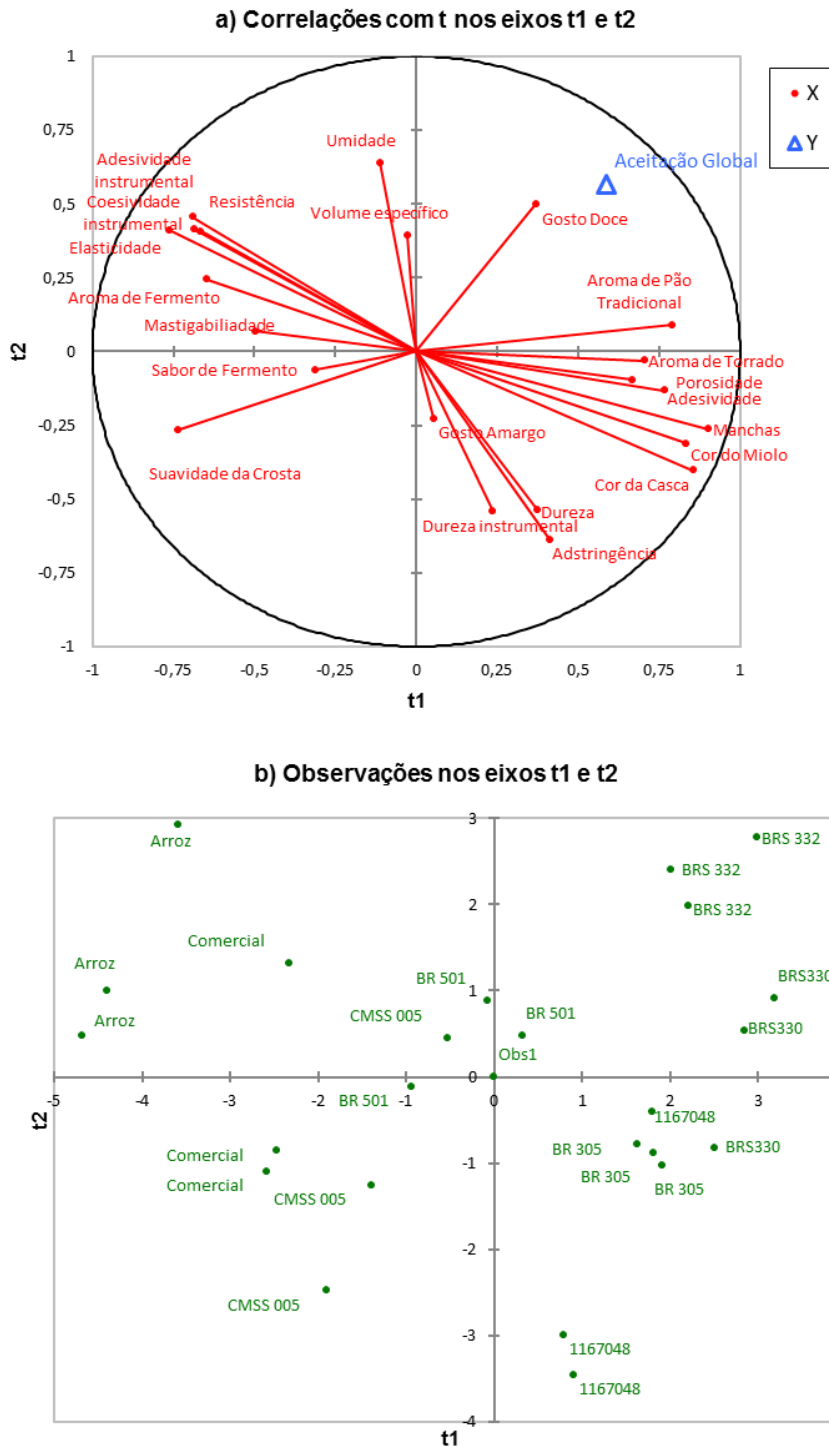


Figura 14a e 14b. Representação gráfica do resultado da análise PLS relacionando os dados instrumentais, descritivos (PDO) e aceitação (escala hedônica estruturada de 9

pontos).

A característica dureza instrumental que foi obtida através da textura com o TA.XTplus ficou próxima do atributo de dureza avaliado na análise sensorial descritiva e essas características ficaram mais próximas do pão elaborado com a farinha de sorgo marrom 1167048. Os atributos de cor da casca, cor do miolo, aroma de torrado e adesividade ficaram mais próximos do pão BR 305. Porém o atributo adesividade obtido de forma instrumental (pelo texturômetro) ficou oposto ao atributo adesividade obtido pela análise sensorial descritiva e formando ângulos de aproximadamente 90° com a aceitação, isto sugere que esses atributos não tem correlação com a aceitação.

Os demais dados instrumentais de textura avaliados estão mais correlacionados com as amostras controle com farinha de arroz e farinhas de sorgo branco. O volume específico também está mais próximo dessas amostras. O sabor de fermento e suavidade da crosta já se encontram em outro quadrante, mais próximos dos pães com farinha de sorgo comercial e farinha de sorgo branco e esses atributos estão opostos à aceitação global, indicando que esse tipo de característica pode influenciar negativamente na aceitação dos pães.

CONCLUSÃO

A metodologia descritiva rápida Perfil Descritivo Otimizado (PDO) apresentou bons resultados de caracterização das amostras de pães, e foi uma metodologia que se destacou na semelhança com os resultados quando comparados com ADQ e com outras metodologias rápidas, como pode ser observado no artigo de revisão sistemática.

O tipo de farinha utilizada na elaboração de pães sem glúten interferem na composição final dos pães devido a quantidade de carboidratos, proteínas e lipídeos presentes nas farinhas. O pão com menor valor energético foi o pão elaborado com o genótipo BRS 332 (sorgo bronze) e com o maior valor energético foi o CMSS 005 (sorgo branco).

Todos os pães apresentaram valores elevados de umidade, com percentuais entre 44,7% e 53,2%, o que é comum para pães isentos de glúten.

As farinhas de diferentes genótipos de sorgo influenciam nas características sensoriais e tecnológicas dos pães de sorgo isentos de glúten. Na correlação dos dados sensoriais com os dados instrumentais foi possível perceber que a aceitação dos pães está mais relacionada com as características de gosto doce e aroma de pão tradicional e que algumas características tecnológicas como o volume específico não tem interferência em uma maior aceitação dos produtos. Já a questão da dureza (sensorial e instrumental) se mostra um atributo oposto à aceitação dos produtos.

A formulação desenvolvida obteve resultados de aceitação satisfatórios e, dentre os pães elaborados com as farinhas de diferentes genótipos de sorgo, os que se destacaram foram o BRS 332 (bronze), seguido do BRS 330 (bronze) e BR 501 (branco). O pão elaborado com a farinha BRS 332 também se destaca por ser a preparação menos calórica.

Contudo, mais estudos devem ser realizados com a perspectiva de caracterizar melhor as amostras mais aceitas e também avaliar o impacto da ingestão desses pães em relação ao índice glicêmico, antioxidantes, compostos fenólicos e intenção de compra dos produtos.

REFERÊNCIAS

- AACC International. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed. Methods 76-13 and 76-31. The Association: St. Paul, MN.
- ABDUL-RAHMAN, H.; WANG, C.; ENG, K.S. Repertory grid technique in the development of Tacit-based Decision Support System (TDSS) for sustainable site layout planning. Automation in Construction. Volume 20, Issue 7, November 2011, Pages 818-829.
- ACELBRA—Associação dos Celíacos do Brasil. Disponível em: <<http://www.acebra.com.br>>. Acesso em 20 de março de 2016.
- ACHI, O. K. The potential for upgrading traditional fermented foods through biotechnology. African Journal of Biotechnology, v. 4, p. 375-380, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/2000/90_00rdc.htm>. Acesso em: 29 de junho de 2017.
- ALVES, L. R. Numbers of consumers necessary for sensory acceptability tests.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). Approved methods of the AACC. 9ª edição, Saint Paul, 1995. v. 1-2
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. 1983. Approved Methods of the AACC, 8th ed. Method 08-01, approved April 1961, revised October 1976 and October 1981; Method 14-22, approved October 1976, revised October 1982; Method 16-50, approved November 1989; Method 30-25, approved April 1961, revised October 1976 and

- October 1981; Method 44-1SA, approved October 1975, revised October 1981; Method 46-11A, approved October 1976, revised October 1982. The Association: St. Paul, MN.
- ANGLANI, C. Sorghum carbohydrates - A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v. 52, n.1, p. 77-83, 1998.
- AOAC International, (2000). *Official Methods of Association of official Agriculture*.
- ARAÚJO, H. M. C; et al. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Rev Nutr*; vol.23, n.3, p.467-474, 2010.
- ARAÚJO, W.M.C.; BOTELHO, R.B.A.; PILLA, N. M. de; BORGIO, L. A. *Alquimia dos alimentos*. Brasília. Ed. SENAC, 2009.
- ARENDE, E.K., O'BRIEN, C.M., T. SCHOBERT, T.R. GORMLEY, E. GALLAGHER
Development of gluten-free cereal products *Farm and Food*, 12 (2002), pp. 21–27.
- ARES G, JAEGER AR, BAVA CM, CHHEANG AL, JIN D, GIMENEZ A, et al. CATA questions for sensory product characterization: Raising awareness of biases. *Food Quality and Preference*. 2013; 30: 114-27.
- ARES, G.; BARREIRO, C.; DELIZA, R.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. *Journal of Sensory Studies*, Malden, v. 25, p. 67–86, 2010.
- ARES, G.; ETCHEMENDY, E.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; IMÉNEZ, A.; JAEGER, S. R. Visual attention by consumers to check-all-that-apply questions: Insights to support methodological development. *Food Quality and Preference*, Barking, v. 32, part C, p. 210–220, 2014.
- ARMERO, E. AND COLLAR, C. (1996a). Anti-staling additive effects on fresh wheat bread quality. *Food Sci. Technol. Int.* 2, 323-333.

- ASIOLI, D., T. NÆS, A. ØVRUM AND V. L. ALMLI (2016). "Comparison of rating-based and choice-based conjoint analysis models. A case study based on preferences for iced coffee in Norway." *Food Quality and Preference* 48, Part A: 174-184.
- AWIKA J. M.; ROONEY L. W.; WU, X. L.; PRIOR, R. L.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 51, p. 6657-6662, 2003
- AWIKA, J. M. AND L. W. ROONEY (2004). "Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health." *Phytochemistry* 65(9): 1199-1221.
- BARCENAS, M. E., BENEDITO, C., AND ROSELL, C. M. (2004). Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage. *Food Hydrocolloids* 19, 769-774.
- BÉCUE-BERTAUT, M.; PAGÈS, J. Multiple factor analysis and clustering of a mixture of quantitative, categorical and frequency data. *Computational Statistics & Data Analysis*, v. 52, n., p. 3255–3268, 2008.
- BERTASSO B.A., O consumo alimentar em regiões metropolitanas brasileiras análise da pesquisa de orçamentos familiares. Piracicaba, 2000. 109p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. In: CURTI, F. Efeito da maçã gala (*Malus Domestica* Bork) na lipídemia de ratos hipercolesterolêmicos, Piracicaba, 2003. 90p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2003.
- BILIADERIS, C. G., ARVANITOYANNIS, T. S., IJYDORCZYK, M. S., AND PROKOPOWICH, D. J. (1997). Effect of hydrocolloids on gelatinization and structure formation in concentrated waxy maize and wheat starch gels. *Starch/Staerke* 49, 278-283.

- BOSWELL, S. E. Development of gluten-free bread baking methods utilizing sorghum flour. 2010. p. 4-9. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Texas A&M University, Texas, Estados Unidos
- BOTELHO, R. B. A.; CAMARGO, E. B. Técnica Dietética. Seleção e Preparo de Alimentos. Manual de Laboratório. São Paulo: Atheneu, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Acordo de Cooperação Técnica que entre si celebram a União, por intermédio do Ministério da Saúde e a ABIA, com o objetivo de reunir esforços e trabalhar conjuntamente para implementar ações a fomentar estilos de vida saudáveis, que inclui uma alimentação saudável e equilibrada e nutricionalmente adequada. 29 de novembro de 2007. Disponível em:http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/acordodecooperacaoabia_ms.pdf. Acesso em 01 de julho 2017.
- BRUZZONE, F., L. VIDAL, L. ANTÚNEZ, A. GIMÉNEZ, R. DELIZA AND G. ARES (2015). "Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterisation and directions for product reformulation of milk desserts." Food Quality and Preference 44: 183-193
- Buresová, Iva; Bunka, Frantisek; Krácmár, Stanislav. The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences; Nitra3 (Feb 2014): 195-198.
- CAPORALE, G.; POLICASTRO, S.; CARLUCCI, A.; MONTELEONE, E. Consumer expectations for sensory properties in virgin olive oils. Food Quality and Preference, v.17, p. 116-125, 2005.
- CAPRILES, V. D., F. G. DOS SANTOS AND J. A. G. ARÉAS (2016). "Gluten-free breadmaking: Improving nutritional and bioactive compounds." Journal of Cereal Science 67: 83-91.

- CAUVAIN, S.P.; YOUNG, L.S. Tecnologia da panificação. [Tradução:Carlos David Szlak]. Baureri, São Paulo: Manole, 2009.
- CÉSAR, A. S. et al. Elaboração de pão sem glúten. Revista Ceres. Viçosa, v. 53, n. 1, p. 150-155, 2006.
- COLLAR, C., MARTINEZ, J. C., AND ROSELL, C. M. (2001). Lipid binding of fresh and stored formulated wheat breads. Relationship with dough and bread technological performance. Food Sci. Technol. Int. 7, 501-510.
- COLLAR, C.; JIMÉNEZ, T.; CONTE, P.; FADDA, C. Impact of ancient cereals, pseudocereals and legumes on starch hydrolysis and antiradical activity of tecnologically viable blended breads. Carbohydrate Polymers, v. 113, p. 149-158, 2014.
- CONCEIÇÃO, L. L.; QUEIROZ, V. A. V.; RODRIGUES, J. A. S.; PIROZI, M. R.; TARDIN. F. D.; DANTAS, M. I. S.; MARTINO, H. S. D. Caracterização nutricional tecnológica de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*) destinados a alimentação humana. In: CONGRESSO MINEIRO DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, 2009, Ouro Preto. Resumos expandidos. Ouro Preto: UFOP, 2009. v. 3
- COOK, S.. Factors affecting the production of cakes from heat-treated cake flour. Campden and Chorlrywood, UK: CCFRA Review No. 20, Supplement 1. 2002
- DAHLBERG, J. A.; BURKE, J. J.; ROSENOW, D. T. Development of a sorghum core collection: refinement and evaluation of a subset from sudan. Econ. Bot., v. 58, n. 4, p. 556-567, 2004.
- DEUS, K. O. Qualidade de pão-de-forma sem glúten a base co-produtos de arroz e soja, com hidrocolóides e ou transglutaminase. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A. S.; VORAGEN, A. J.; BERKEL, W. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology*, v. 5, n. 5, p. 384-395, 2006

DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; TRAORE, A. S.;VAN BERKEL, W. J. H.; VORAGEN, A. G. J.Evaluation of the effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 53, p. 2581-2588, 2005.

DOOLEY L, LEE YS, MEULLENET JF. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla Ice cream and its omparasion to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 2010; 21: 394-401.

DUARTE, J. O. Cultivo do sorgo. EMBRAPA milho e sorgo, 4ª ed., 2010.

EMBRAPA. Cultivo do sorgo. Sistema de Produção, 2, 8 edição, 2012. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_8_ed/cultivares.htm> Acesso em: 15/06/2017.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Sorghum and millets in human nutrition. 1995. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0818e/T0818E01.htm>>. Acesso em: 25 março. 2016.

FAO - Food and Agriculture Organization, 2015. Mejoranlas perspectivas sobre laproducción mundial de cerealesen 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>>. Acesso em: Março, 2016.

Farmer, F. M. (2000). The Boston Cooking-School Cook Book. 656 p. <http://www.bartleby.com/87/0004.html>

- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- FERRARI, M. C. Estudos de viabilidade sobre avaliação de qualidade de farinhas de trigo através de medidas das propriedades do glúten. 1998. 111
- FIGUEIRA, Silva. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308–316, 2011.
- FRANCO, V. A. Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- FREELAND-GRAVES, J. H. *Foundations of Food Preparation*. 16ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1995.
- GALLAGHER, E., GORMLEY, T. R., AND ARENDT, E. K. (2004a). Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. *J. Food Eng.* 56, 153-161.
- GRACA, C.S.et. al. Adição de colágeno em pão sem glúten elaborado com farinha de arroz. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas , v. 20, e2016105, 2017.
- GURKIN, S. Hydrocolloids-Ingredients that add flexibility to tortilla processing. *Cereal Foods World*, v. 47, n. 2, p. 41-43, 2002.
- GUTKOSK, L.C.; TEIXEIRA, D.M.F.; DURIGON, A.; GANZER, A.B.; BERTOLIN, T.E., COLLA, L.M. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 29(2): 254-261, abr.-jun. 2002.
- HAGER, A. S.; ARENDT, E. K.; Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain

characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*. New York, v. 32, n. 1, p. 195-203, 2013.

HAQUE, A.; MORRIS, E.R.; RICHARDSON, R.K. Polysaccharide substitutes for gluten in non-wheat bread. *Carbohydrate Polymers*. v. 25, n. 4, p. 337-344, 1994.

HOLE, A. R. (2007). Fitting mixed logit models by using maximum simulated likelihood. *The Stata Journal*, 7(3), 188–401.

HOUGH, G.; WAKELING, I.; MUCCI, A.; CHAMBERS IV, E.; GALLARDO, I. M.; ALVES, L. R. Numbers of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, v. 17, n. 6, p. 522-526, 2006.

HSIEH, F.; HUFF, E. LUE, S. Twin-screw extrusion of sugar beet fiber and com meal. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, London, v.24, n.6, p.495-500.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz; métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 1985. 533 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 1976. v.1, p.371.

ISHII, R., CHANG, H., & O'MAHONY, M. (2007). A comparison of serial monadic and attribute-by-attribute protocols for simple descriptive analysis with untrained judges. *Food Quality and Preference*, 18(2), 440–449

JAEGER, S. R., R. S. CADENA, M. TORRES-MORENO, L. ANTÚNEZ, L. VIDAL, A. GIMÉNEZ, D. C. HUNTER, M. K. BERESFORD, K. KAM, D. YIN, A. G. PAISLEY, S. L. CHHEANG AND G. ARES (2014). "Comparison of check-all-that-apply and forced-choice Yes/No question formats for sensory characterisation." *Food Quality and Preference* 35: 32-40.

- KING, B.M.; ARENTS, P. A statistical test of consensus obtained from generalized Procrustes analysis of sensory data. *Journal of Sensory Studies*, 6, 37-48, 1991.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Maryland: Aspen Publishers, Inc., 1999. 827 p.
- LIMA FILHO, T., S. M. DELLA LUCIA, R. M. LIMA AND V. P. R. MINIM (2015). "Conjoint analysis as a tool to identify improvements in the packaging for irradiated strawberries." *Food Research International* 72: 126-132.
- LIU, G. et al. Improvements of Modified Wheat Protein Disulfide Isomerases with Chaperone Activity Only on the Processing Quality of Flour. *Food and Bioprocess Technology*. (2017). Volume 10, Issue 3, pp 568–581.
- LORENZO, G., N. ZARITZKY AND A. CALIFANO (2008). "Optimization of non-fermented gluten-free dough composition based on rheological behavior for industrial production of "empanadas" and pie-crusts." *Journal of Cereal Science* 48(1): 224-231.
- MACEDO, M.C.C.; LESSA, V.L.; CASSIMIRO, D.M.J.; QUEIROZ, V.A.V.; GONÇALVES, A.C.A.; PIRES, C.V. *Elaboração de pães formulados com sorgo*. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Gramado, RS. 2016.
- MAHGOUB, S. E. O.; AHMED, B. M.; AHMED, M. M. O.; EL AGIB, N. A. A. Effect of traditional Sudanese processing of kisra bread andhulu-mur drink on their thiamine, riboflavin and mineral contents. *Food Chemistry*, London, v. 67, p. 129-133, 1999.
- MARSTON, K.A.; KHOURYIEH, H.B.;ARAMOUNI, F.C. EFFECT OF HEAT TREATMENT OF SORGHUM FLOUR ON THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREAD AND CAKE. *LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY* 65 (2016) 637E644

- MEILGAARD M, CIVILLE GV, CARR BT. Sensory evaluation techniques. 4^{ed}. Boca Raton: CRC; 2006
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory Evaluation Techniques, 3rd ed. CRC Press. New York. N.Y. USA, 385 p. 1999.
- MINIM, V. P. R. Análise Sensorial estudos com consumidores. Minas Gerais: Ed. Da UFV, 225p., 2006.
- MINIM, V. P. R., A. A. SIMIQUELI, L. E. DA SILVA MORAES, A. I. GOMIDE AND L. A. MINIM (2012). "Optimized Descriptive Profile: A rapid methodology for sensory description." Food Quality and Preference 24(1): 190-200.
- MINIM, V.P.R.; SILVA, R.C.S.N. Análise Sensorial Descritiva. Viçosa, Minas Gerais: Editora UFV, 2016.
- MIR, S. A., M. A. SHAH, H. R. NAIK AND I. A. ZARGAR (2016). "Influence of hydrocolloids on dough handling and technological properties of gluten-free breads." Trends in Food Science & Technology 51: 49-57.
- MOHAMMADI, M., SADEGHNIA, N., AZIZI, M. H., NEYESTANI, T. R., & MORTAZAVIAN, A. M. (2014). Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: xanthan and CMC. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 20, 1812e1818.
- MOORE, M. M., SCHOBBER, T. J., DOCKERY, P., AND ARENDT, E. K. (2004). Textural comparison of gluten-free and wheat based doughs, batters and breads. Cereal Chem. 81, 567-575.
- MORAES, E. A., R. D. S. MARINELI, S. A. LENQUISTE, C. J. STEEL, C. B. D. MENEZES, V. A. V. QUEIROZ AND M. R. MAROSTICA JUNIOR (2015). "Sorghum flour fractions: correlations among polysaccharides, phenolic compounds, antioxidant activity and glycemic index." Food Chemistry 180: 116-123.

- MORAES, M. A. C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. 6. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1988. 93 p.
- MOSKOWITZ, H. R.; ITTY, B.; KATZ, R.; MAIER, A.; BECKLEY, J.; FLORES, L. Hispanic and non-hispanic responses to concepts for four foods. *Journal of Sensory Studies*, Hoboken, v. 19, n. 6, p. 459-485, 2004. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-459X.2004.030804.x>
- MUNHOZ, M.P. Influência dos hidrocolóides na qualidade tecnológica de pães. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2003.
- MUTISYA, J., SUN, C., ROSENQUIST, S., BAGUMA, Y., JANSSON, C. (2009) Diurnal oscillation of SBE expression in sorghum endosperm. *Journal of Plant Physiology*, Stuttgart, 166:428-434
- Næs, T., Almli, V. L., Bølling Johansen, S., & Hersleth, M. (2010). Alternative methods for combining design variables and consumer preference with information about attitudes and demographics in conjoint analysis. *Food Quality and Preference*, 21(4), 368–378
- NILSSON, M.; AMAN, P.; HÄRKÖNEN, H.; HALLMANS, G.; KNUDSEN, K. E. B.; MAZUR, W.; ADLERCREUTZ, H. Content of nutrients and lignans in roller milled fractions of rye. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, and radical sinks. *Journal of Agricultural and v. 73*, p.143-148, 1997.
- NKHABUTLANE, P., DU RAND, G. E. AND DE KOCK, H. L. (2014), Quality characterization of wheat, maize and sorghum steamed breads from Lesotho. *J. Sci. Food Agric.*, 94: 2104–2117. doi:10.1002/jsfa.6531

- NOBRE, A.R.M.O. A. Utilização de farinha de quinoa no desenvolvimento de pães sem glúten. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto, São Paulo. 2015.
- Noronha, J. F. 2003. Análise Sensorial –Metodologia. Apontamentos de Análise sensorial. Escola Superior agrária de Coimbra.
- OHR, L. M. Nutraceuticals and functional foods. *Functional Foods*, v. 58, n. 2, p. 71-75, 2004
- OLIVEIRA, A.F. Apostila de Análise Sensorial dos Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2010.
- OLIVEIRA, G.T.de. Caracterização de farinhas de diferentes genótipos d sorgo e efeito da panificação nos teores de amido resistente e antioxidante. Dissertação de Mestrado. UnB- Brasília, 2016.
- ORNELLAS, L H - Técnica Dietética: seleção e preparo de alimentos. São Paulo: Ateneu, 2001. 142p.
- ORNELLAS, L.H. Alimentação através dos tempos. Santa Catarina. Ed. FCS. 2003. 306p.
- PARENTE RC, BAACK DW, HAHN ED. The effect of supply chain integration, modular production, and cultural distance on new product development: A dynamic capabilities approach. *Journal of International Management*. 2011; 17(4): 278-290.
- PEREIRA, B. S.; PEREIRA, B. S.; CARDOSO, E. S.; MENDONÇA, J. O. B.; SOUSA, L. B.; SANTOS, M. P.; ZAGO, L.; FREITAS, S. M. L. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 125-136, 2013.

Phillips, G.O.; Williams, P.A. (Eds.), Handbook of Hydrocolloids, Woodhead Publishing, Cambridge (2000), pp. 1–19

PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P.A. Handbook of Hydrocolloids. 2, ed., Cambridge: Woodhead Publishing, 2009. 948 p.

PINELI, L.L.O; ZANDONADI, R.P.; BOTELHO, R.B.A.; OLIVEIRA, V. R.; FIGUEIREDO, L.F.A. The use of sorghum to produce gluten-free breads: A systematic review. J Adv Nutr Hum Metab 2015; 2: e944.

PINELLI, L.L.O; ZANDONADI, R.P.; BOTELHO, R.B.A.; OLIVEIRA, V. R.; FIGUEIREDO, L.F.A. The use of sorghum to produce gluten-free breads: A systematic review. J Adv Nutr Hum Metab 2015; 2: e944.

POPKIN, B.M.; ADAIR, L. S.; NG, S.W. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. Nutr Rev. 2012 Jan;70(1):3-21

Poquette, N. M., G. Xuan and L. Sun-Ok (2014). "Grain sorghum muffin reduces glucose and insulin responses in men." Food & Function 5(5): 894-899.

PREICHARDT, L. D.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M. A.; MOREIRA, A. S. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. Revista brasileira de tecnologia agroindustrial, Ponta Grossa, v. 03, n. 1, p. 70-76, 2009.

PUHR, D.P.; D' APPOLONIA, B.L.. Effect of Baking Absorption on Bread Yield, Crumb Moisture, and Crumb Water Activity. Cereal Chemistry Journal, v. 69, N. 5, 1992.

QUEIROZ, V. A. V., C. S. D. SILVA, C. B. D. MENEZES, R. E. SCHAFFERT, F. F. M. GUIMARAES, L. J. M. GUIMARAES, P. E. D. O. GUIMARAES AND F. D. TARDIN (2015). "Nutritional composition of sorghum [sorghum bicolor (L.) Moench] genotypes cultivated without and with water stress." Journal of Cereal Science 65: 103-111.

QUEIROZ, V.A.V.; VIZZOTTO, M.; CARVALHO, C.W.P de; MARTINO, H.S.D. O sorgo na alimentação humana. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 133, pg.7, 2009.

RAMÍREZ, C. H. H.; BOLAÑOS, N. V.; LUIZ, G. C. Química de Alimentos: Manual de laboratorio. San José, ed. 1, 2003.

RAMOS D. P., LEONEL M., LEONEL S. Amido resistente em farinhas de banana verde. v.20, n.3, p. 479-483, jul./set. 2009

RIBAS, P. M. Sorgo : introdução e importância econômica. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, v. Documento, n. 1518–4277, p. 1–14, 2003. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/486642/1/Doc26.pdf>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2017

RIBAS, P. M. Sorgo: introdução e importância. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26).

RIBEIRO, Pérola et al . Tabelas de composição química de alimentos: análise comparativa com resultados laboratoriais. Rev. Saúde Pública, São Paulo , v. 37, n. 2, p. 216-225, Apr. 2003 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102003000200009&lng=en&nrm=iso>. access on 16 July 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102003000200009>

ROONEY, L. W. Food and nutritional quality of sorghum and millet. INTSORMIL Annual Report, Lincoln, p. 105-114, 2001.

ROONEY, L. W.; AWIKA, J. M. Overview of products and health benefits of specialty sorghums. Cereal Foods World, v. 50, p. 109-115, 2005.

- ROSELL, C. M., HAROS, M., ESCRIVA, C., AND BENEDITO DE BARBER, C. (2001). Experimental approach to optimise the use of alpha-amylases in breadmaking. *J. Agric. Food Chem.* 49, 2973-2977.
- SANCHEZ, D. A. White food-type sorghum in direct-expansion extrusion applications. 2003. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Texas A & M University, College Station.
- SAPONE A, BAI J, CIACCI C, DOLINSEK J, GREEN P, HADJIVASSILIOU M. Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine* 2012; 10: 13.
- SCHOBER T, BEAN S, BOYLE D. Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: biochemical, rheological, and microstructural background. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 5137-5146.
- SCHOBER T, MESSERSCHMIDT M, BEAN S, PARK S-H, ARENDT E. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chem* 2005; 82: 394-404.
- SCHOBER, T. J., M. MESSERSCHMIDT, S. R. BEAN, S.-H. PARK AND E. K. ARENDT (2005). "Gluten-Free Bread from Sorghum: Quality Differences Among Hybrids." *Cereal Chemistry* 82(4): 394-404.
- SHIN, S. I.; CHOI, H. J.; CHUNG, K. M.; HAMAKER, B. R.; PARK, K. H.; MOON, T. W. Slowly digestible starch from debranched waxy sorghum starch: preparation and properties. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 81, p. 404-408, 2004.
- SHITTU, T. A., AMINU, R. A., & ABULUDE, E. O. (2009). Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocolloids*, 23, 2254e2260.
- SILVA, R.C.N., et al. Optimized Descriptive Profile: a rapid methodology for sensory description.. *Food Quality and Preference*, vol. 24, p. 190-200, 2012.

- SILVA, R.C.S.N., MINIM, V.P.R., CARNEIRO, J.D.S., NASCIMENTO, M., DELLA LUCIA, S.M., & MINIM, L.A. (2013). Quantitative sensory description using the Optimized Descriptive Profile: Comparison with conventional and alternative methods for evaluation of chocolate. *Food Quality and Preference*, 30, 169–179.
- SILVA, R.C.S.N., MINIM, V.P.R., SILVA, A.A., PETERNELLI, L.A., & MINIM, L.A. (2014). Optimized Descriptive Profile: How many judges are necessary? *Food Quality and Preference*, 36, 3–11.
- SILVA, R.C.S.N., MINIM, V.P.R., SIMIQUELI, A.A., MORAES, L.E.S., GOMIDE, A.I., & MINIM, L.A. (2012). Optimized Descriptive Profile: A rapid methodology for sensory description. *Food Quality and Preference*, 24, 190–200
- SIMIQUELI, A. A. et al. How many assessors are necessary for the Optimized Descriptive Profile when associated with training? *Food Quality and Preference* 44 (2015) 62–69
- SOUZA, T. C. Alimentos: Propriedades Físico-químicas. 2 ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2001.
- STONE, H., & SIDEL, J. L. (2012). *Sensory evaluation practices* (4th. ed.). New York: Academic
- STONE, H.; SIDEL, J.L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technology*, 28(11),24-33, 1974.
- STORCK, C. R.; PEREIRA, J. M.; PEREIRA, G. W.; RODRIGUES, A. O.; GULARTE, M. A.; DIAS, A. R. G. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. *Brazilian Journal of Food Technology*, 2009. Disponível em: <www.ital.sp.gov.br/bj>. Acesso em: 29 de janeiro de 2017

- STORCK, C.R.; PEREIRA,J.M.; PEREIRA,G.W.; RODRIGUES,A.O.; GULARTE,M.R.; DIAS,A.R.G. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. *Brazilian Journal of Food Technolgy*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 71-77, 2009.
- SUN, X. S.; KLOPFENSTEIN. C. AND WALKER, C. (1999). Novel Sorghum Composite Flours Designed for Bread making. In *Kansas Grain Sorghum Commission*.
- SZCZESNIAK, A. S.; FRIEDMAN, H. H.; WHITNEY, J. E. The Texturometer—A New Instrument for Objective Texture Measurement. *Journal of Food Science*. v. 28, n. 4, p. 390-396, 1963.
- TAYLOR, J.; EMMAMBUX, N. REVIEW: Developments in Our Understanding of Sorghum Polysaccharides and Their Health Benefits. *Cereal Chemistry*, Washington, v. 87, p. 263-271, 2010.
- TEDRUS, G. A. S. et al. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. *Ciênc Tecnol Aliment.* , v. 21, n.1, p. 20-25, jan 2002.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. *Análise sensorial de alimentos*. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1987. 180p.
- TOELLER, M. Fibre consumption, metabolic effects and prevention of complications in diabetic patients: epidemiological evidence. *Digest Liver DIS*, v. 34, n. 2, p. S145-S149, 2002.
- TOUFEILI, I., DAGHER, S., SHADAREVIAN, S., NOUREDDINE, A., SARAQBI, M., FARRAN, M.T. Formulation of gluten-free pocket-type flat breads: Optimization of methylcellulose, gum arabic and egg albumen levels by response surface methodology. . Volume 71, Issue 6, Pages 594-601 1994.

- VALLONS K, RYAN L, KOEHLER P, ARENDT E. High pressure–treated sorghum flour as a functional ingredient in the production of sorghum bread. *Eur Food Res Technol* 2010; 231: 711-71
- VARELA, P. AND G. ARES (2012). "Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization." *Food Research International* 48(2): 893-908.
- VERRUMA-BERNARDI, M.R.; DAMÁSIO, M.H. Análise descritiva de perfil livre em queijo mozzarella de leite de búfala. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*, vol. 24, n. 04, p. 536-542, 2004.
- WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 974-980, 2005.
- WANISKA, R. D.; ROONEY, L. W. Structure and chemistry of the sorghum caryopsis. In: *Sorghum: origin, history, technology and production*. Hoboken: Wiley, p. 649-688, 2000.
- WARD F.M.and ANDON S.A. 2002. Hydrocolloids as film formers, adhesives and gelling agents for bakery and cereal products. *Cereal Foods World*, 47, 52-55.
- WESTAD, F.; HERSLETH. M.; LEA, P. Strategies for consumer segmentation with applications on preference data. *Food Quality and Preference*. Volume 15, Issues 7–8, October–December 2004, Pages 681-687
- WILLIAMS, P.A. *Gums and stabilisers for the food industry*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2000. 470p.

WOLTER A, HAGER A-S, ZANNINI E, ARENDT E. In vitro starch digestibility and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial gluten-free bread. *J Cereal Sci* 2013; 58: 431-436.

WU, Y. et al. Presence of tannins in sorghum grains is conditioned by different natural alleles of Tannin1. *PNAS*, 2012.

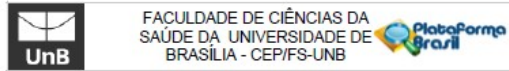
YETNEBERK, S.; DE KOCK, H. L.; ROONEY, L. W.; TAYLOR, J. R. N. Effects of sorghum cultivar on injera quality. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 81, p. 314-321, 2004.

ZANDONADI, R. P. Psyllium como substituto de glúten. *Dissertação de Mestrado*, 2006.

ZANDONADI, R.P.; et al. Green banana pasta: an alternative for gluten-free diets. *J. Acad. Nut. Diet.* vol.112, n.7, p.1068-1072, 2012.

ANEXOS

ANEXO 1 PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 1.331.651

de ligações "a cobrar".

RESPOSTA: Foi inserida a informação:

"Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para Guilherme Theodoro de Oliveira (61) 9951-4645, ou Prof. Livia Pinell (61) 9267 4818, a qualquer hora, podendo ser realizada a ligação a cobrar."

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA

Não há mais pendências.

Protocolo de pesquisa em conformidade com Resolução CNS 466/2012 e Complementares.

Considerações Finais a critério do CEP:

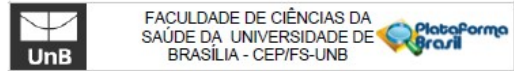
Conforme a Resolução 466/12 CNS, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, os pesquisadores responsáveis deverão apresentar relatórios parciais semestrais e final do projeto de pesquisa, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_529639.pdf	20/11/2015 15:00:49		Aoito
TCLÉ / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLÉ_PDO_sorgo.docx	20/11/2015 15:00:12	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
TCLÉ / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLÉ_RG_sorgo.docx	20/11/2015 14:59:11	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
TCLÉ / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLÉ_CBCA_sorgo.docx	20/11/2015 14:58:45	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Respostas_CEP.docx	20/11/2015 14:58:19	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.docx	20/11/2015 14:58:08	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
 Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-900
 UF: DF Município: BRASÍLIA
 Telefone: (61)3107-1947 E-mail: cepfurb@gmail.com

Página 11 de 13



Continuação do Parecer: 1.331.651

TCLÉ / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLÉ_acetacao_e_CATA_produtos_sorgo.docx	20/11/2015 14:21:10	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Orçamento	Planilha_Orçamentaria.docx	20/11/2015 14:16:05	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Cronograma	Cronograma.docx	20/11/2015 14:13:41	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Declaração de Pesquisadores	Carta_de_Encaminhamento.pdf	11/11/2015 01:19:16	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	11/11/2015 01:17:52	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Declaração de Pesquisadores	CV_Orientadora.pdf	13/10/2015 06:44:51	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Declaração de Pesquisadores	Responsabilidade_Compromisso.doc	01/09/2015 08:42:17	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Declaração de Pesquisadores	CV.pdf	01/09/2015 08:40:02	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Declaração de Pesquisadores	Responsabilidade_Compromisso.pdf	01/09/2015 08:36:04	Guilherme Theodoro de Oliveira	Aoito
Outros	Teete Triangular pão.docx	08/06/2015 17:46:25		Aoito
Outros	Teete Triangular massa.docx	08/06/2015 17:46:39		Aoito
Outros	FICHA REPERTORY GRID pão.docx	08/06/2015 17:45:37		Aoito
Outros	FICHA REPERTORY GRID massa.docx	08/06/2015 17:45:16		Aoito
Outros	FICHA PDO - Pão.docx	08/06/2015 17:43:38		Aoito
Outros	FICHA DE TERMOS DESCRITIVOS PARA PÃES.docx	08/06/2015 17:43:16		Aoito
Outros	FICHA DE RECRUTAMENTO PÃO.docx	08/06/2015 17:42:48		Aoito
Outros	FICHA DE RECRUTAMENTO MASSA.docx	08/06/2015 17:42:19		Aoito
Outros	FICHA ACEITAÇÃO- Pão.docx	08/06/2015 17:41:52		Aoito
Outros	FICHA ACEITAÇÃO- Massa.docx	08/06/2015 17:41:30		Aoito

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
 Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-900
 UF: DF Município: BRASÍLIA
 Telefone: (61)3107-1947 E-mail: cepfurb@gmail.com

Página 12 de 13



Continuação do Parecer: 1.331.651

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASÍLIA, 20 de Novembro de 2015

Assinado por:
Marie Togashi
 (Coordenador)

ANEXO 2. ANÁLISE DE UMIDADE

- **Objetivo**

Determinação do teor de umidade pelo método de gravimetria.

- **Referências Normativas**

Fonte: IAL. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v.1. Com adaptações.

- **Materiais e equipamentos:**

Placa de petri ou cadinhos de porcelana

Dessecador

Estufa 65°C Com circulação de ar

Balança analítica - precisão ($\pm 0,0001g$)

Espátula de pesagem

- **Procedimento:**

Na placa de petri ou cadinho, pesar aproximadamente cinco gramas da amostra úmida em balança analítica e anotar o peso (P1).

Levar a placa de petri para a estufa à 65°C por 24h.

Tirar a placa da estufa e imediatamente colocar no dessecador para esfriar por 30 minutos.

Pesar a anotar os dados (P2).

- **Cálculos:**

$$\text{g/100g de umidade} = [(P1 - P2) \times 100] / PA$$

Onde:

PA: peso da amostra úmida (~5g)

ANEXO 3 – ANÁLISE DE CINZAS

- **Objetivo**

Determinação do teor de sais inorgânicos no resíduo de fibra.

- **Referências Normativas**

Fonte: IAL. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de composição de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v.1

- **Materiais**

Cadinho de porcelana previamente aquecido em forno Mufla a 550°C e tarado

Dessecador

Mufla 550°C

Balança analítica - precisão ($\pm 0,0001g$)

Espátula de pesagem

Pinça para cadinho

- **Procedimento**

Pesar o cadinho previamente preparado (P1).

Pesar exatamente em torno de 3g da amostra no cadinho.

Anotar o peso.

Incinerar em forno Mufla inicialmente a 50°C e a cada 20 minutos aumentar mais 50°C até atingir 550°.

Deixar incinerar até obter cinzas brancas (~24h).

Esfriar em dessecador e pesar (P2).

- **Cálculo de cinzas**

$$g/100g \text{ de cinzas} = [(P2 - P1) \times 100] / PA$$

Onde:

CZ = teor de cinzas

PA: peso da amostra úmida (~3g)

ANEXO 4 – PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE PROTEÍNA BRUTA

- **Objetivo**

Determinação do teor de proteína bruta – Kjeldahl.

- **Referências Normativas**

Fonte: AOAC. "Official Methods of Analysis," Association of Official Analytical Chemists methods, AOAC 16th Edition. Washington DC. 1995.

- **Materiais**

Balança analítica (precisão 0,1 mg)

Papel vegetal

Bloco digestor (até 400°C)

Tubos de digestão macro

Dispensete

Destilador de Nitrogênio/Proteína

Bureta digital de 25 ou 50 mL

Cilindro graduado de 1000 mL

- **Reagentes e soluções:**

Ácido sulfúrico concentrado P.A. - (H_2SO_4)

200g de sulfato de sódio P.A. - (Na_2SO_4)

20g de sulfato de cobre P.A. - ($CuSO_4$)

2g de selênio P.A - (Se)

Solução de hidróxido de sódio 50% - (NaOH)

Solução fatorada de ácido clorídrico 0,1N (HCl)

Solução indicadora: 0,1% de verde de bromocresol + 0,2% de vermelho de metila

Solução de ácido bórico 4% - (H_3BO_3)

- **Preparo das soluções:**

Padronização da solução de Ácido Clorídrico 0,1N:

Pesar em erlenmeyer de 250 mL, ao décimo de miligrama, cerca de 0,1 g de carbonato de sódio previamente seco. Adicionar algumas gotas de solução indicadora. Titular com solução de ácido clorídrico 0,1N.

$$M = [(m \times \text{pureza}) / (105,989 \times v)] \times 1000$$

Onde:

M = molaridade da solução de HCl

m(g) = peso de carbonato de sódio

105,989 = peso molecular do carbonato de sódio

v(ml) = volume de HCl gasto na titulação

Catalisador:

Triturar 350 g de sulfato de potássio P.A. e 0,35 g de selênio P.A., até obter mistura homogênea.

Solução de hidróxido de sódio 50%:

Dissolver 1000 g de NaOH em água destilada num balão volumétrico de 2L.

Solução de ácido bórico 4%:

Dissolver 20 g de ácido bórico grau reagente em aproximadamente 250mL de água destilada. Aquecer até que todo o ácido seja dissolvido. Esfriar e avolumar para 500mL.

Solução indicadora:

Dissolver 0,1 g de verde de bromocresol e avolumar para 100 mL com etanol 95%. Dissolver 0,1 g de vermelho de metila e avolumar para 100 mL com etanol 95%. Juntar as duas soluções e homogeneizar.

• **Procedimento:**

Adicionar cerca de 1,0 g de catalisador no tubo de digestão. Transferir cuidadosamente, com o auxílio de uma espátula apropriada, 0,3g de amostra seca para o tubo de digestão Kjeldhal. Acrescentar 3,5 mL de ácido sulfúrico P.A.

Colocar todos os tubos no bloco digestor e ajustar a temperatura para 100°C, depois elevar 50°C a cada 30 minutos até 350°C.

Deixar digerir até que o conteúdo do tubo se torne claro (verde ou azul claro e límpido). Após atingir esta fase, deixar em digestão por mais 1 hora e esfriar até temperatura ambiente.

Levar o tubo de digestão ao destilador.

Adicionar 7,5 mL de solução de ácido bórico a 5% em erlenmeyer de 250 ou 300 mL, em seguida, no mínimo 2 gotas de indicador e colocar na saída do destilador.

Colocar 15 mL da solução de NaOH 50% no copo dosador do destilador, aguardar o início da produção de vapor e adicionar de uma só vez a solução de NaOH ao conteúdo do tubo de digestão.

Destilar até a virada da solução indicadora de rosa para verde. Após a virada, aguardar mais 10 minutos e interromper a destilação.

Titular o destilado com a solução de HCl 0,1N padronizada até viragem de verde para rosa.

- **Cálculo de Proteína (Ptn):**

$$Ptn = M \times V \times 0,028 \times F_{alimento}$$

Onde:

M = molaridade do ácido sulfúrico utilizado

V = volume gasto de ácido

Falimento = fator de conversão de proteína para alimentos (6,25)

ANEXO 5. PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DE LIPÍDEOS

- **Objetivo**

Determinação rápida de extrato etéreo utilizando extrator a alta temperatura

- **Referências Normativas**

Fonte: AOCS. American Oil Chemists' Society. Official Method Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Urbana: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 2005.

- **Materiais e equipamentos:**

Peneira 5 mesh (4 mm)

Dessecador

Espátula de aço inox

Marcador para retroprojektor com tinta permanente

Papel toalha

Peneira

Pinça

Proveta de 250 mL

Saquinhos Ankom® (Filter bag) XT4

Seladora

Suporte para pesagem

Suporte para extração

Balança analítica - precisão ($\pm 0,0001g$)

Estufa ajustada para (102 ± 2) °C

Extrator de Gordura (Ankom® modelo XT10)

Termômetro com faixa de 60 °C a 110 °C

- **Reagentes e soluções:**

Éter de petróleo, P.A.

- **Procedimento:**

O procedimento para determinação de extrato etéreo sob alta pressão e alta temperatura está descrito a seguir e está conforme proposto por AOCS (2005) e ANKOM (2009a).

Registrar o número da amostra em cada saquinho XT4 utilizando um marcador para retroprojektor com tinta permanente

Pesar de 1,000 a 1,020 g de amostra, anotar o peso (P1) e selar o saquinho XT4 (filtro), utilizando uma seladora

Colocar as amostras para secar em estufa a (102 ± 2) °C por 3 h, em uma peneira com malha de 4 mm. Esta etapa pode ser usada na determinação da matéria seca

Deixar as amostras esfriando em dessecador até atingir a temperatura ambiente e pesar (P2)

Acomodar as amostras no equipamento e, com o auxílio de uma proveta, adicionar 200 mL de éter de petróleo no compartimento de extração e 150 mL de éter de petróleo no tubo de teflon

Em seguida, ligar o equipamento e selecionar o tempo de extração desejado (30 min, 40 min ou 50 min para avaliação)

Selecionar a temperatura de extração (90 °C)

Após completar o processo de extração, retirar as amostras do extrator com o auxílio de uma pinça, acomodá-las na peneira de malha de 4 mm, e colocar as amostras para secagem em estufa a (102 ± 2) °C por 30 min

Deixar as amostras esfriando em dessecador até atingir a temperatura ambiente e pesar (P3).

• **Cálculos:**

$$EE\% = [(P2 - P3) \times 100 / P1]$$

APÊNDICES

APÊNDICE A – Ficha utilizada para levantamento de atributos



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

LEVANTAMENTO DE TERMOS DESCRITIVOS
Método de Discussão Entrecruzada ou Rede

Por favor, prove as amostras de pão e indique similaridades e diferenças entre as amostras quanto à aparência global, aroma, cor, sabor e textura.

	Similaridades	Diferenças
Aparência Global		
Aroma		
Cor		
Sabor		
Textura		

Escolha os atributos importantes de cada uma das categorias e crie definições para eles:

Atributos de aparência global:

Atributos de aroma:

Atributos de cor:

Atributos de sabor:

Atributos de textura:

APÊNDICE B – Protocolo de delineamento sensorial para aceitação e CATA

PROTOCOLO DE DELINEAMENTO DO ESTUDO**1. Screening do produto****Objetivo do teste**

Avaliar a aceitação de pães isentos de glúten elaborados com farinha de sorgo.

Seleção das amostras

a. Variáveis

Farinhas de diferentes genótipos de sorgo.

b. Produtos/marcas

8 formulações de pães: 1) farinha de sorgo comercial (Bob's Red Mill) 2) farinha de arroz 3) farinha de sorgo BRS 332 4) farinha de sorgo BR 305 5) farinha de sorgo BRS 330 6) farinha de sorgo 1167048 7) farinha de sorgo BR 501R E 8) farinha de sorgo CMSS005.

Razões

Verificar se os pães apresentam diferenças na aceitação quando são utilizadas farinhas de diferentes genótipos de sorgo.

2. Informações das amostras

1 - Fonte das amostras

Idade

0 dias (as amostras serão analisadas no mesmo dia do preparo).

Local

Shizen 407 Sul. CLS 407 Bloco B loja 14.

Código

1) Pão com farinha de sorgo comercial (Red Mill): 876.

2) Pão com farinha de arroz: 550

3) Pão com farinha de sorgo BRS 332: 129.

4) Pão com farinha de sorgo BR305: 340.

5) Pão com farinha de sorgo BRS 330: 226.

6) Pão com farinha de sorgo 1167048: 415.

7) Pão com farinha de sorgo BR 501R : 628

8) Pão com farinha de sorgo CMSS005: 747

Condições de embalagem

Todas as amostras serão armazenadas em vasilhas de plástico com tampa.

2- Manuseio das amostras

As amostras serão mantidas nas vasilhas, em temperatura ambiente, até o momento do teste.

3- Outros

Nenhum

3. Preparo das amostras

Quantidade total

Serão realizadas aproximadamente 3 receitas de cada pão conforme as receitas em apêndice.

Outros ingredientes

Goma xantana: será adicionada ao pão com farinha de sorgo na proporção de 1,0% calculados sobre a quantidade de farinha.

Temperatura (armazenamento ou preparo)

Temperatura de preparo: forno a 200°C.

Armazenar e servir em temperatura ambiente (~25°C).

Preparação/reconstituição

Procedimentos para o preparo dos pães nas receitas em apêndice.

Tempo de espera

Esperar aproximadamente 2 horas após o preparo, para que as preparações fiquem em temperatura ambiente.

Utensílios

Pratos descartáveis brancos, garfos e copos descartáveis, faca de inox (para cortar as preparações), papel alumínio, vasilhas plásticas balança, régua, caneta.

Outros

Cortar os pães após esfriarem com 1 centímetro de espessura. Porcionar em vasilhas plásticas tampadas até momentos antes da apresentação das amostras aos provadores. Descartar as duas fatias externas (com casca) do pão de forma; Amostras quebradas, fissuradas ou amassadas também devem ser descartadas.

Instruções especiais:

Os pães de forma não devem ser servidos quentes ou mornos. Somente apresentar as amostras aos provadores quando estiverem frias (em temperatura ambiente).

4. Apresentação das amostras

***Colocar pão inteiro para visualização!**

Quantidade

Cada avaliador deverá receber um pedaço pequeno de cada pão (espessura de 1 cm).

Utensílios

Pratos descartáveis brancos, garfos, guardanapos, copos descartáveis e bolacha cream cracker.

Codificação

6 dígitos aleatórios (876 / 550 / 129 / 340 / 226 / 415 / 628 / 747) em planilha anexada para códigos/ordem de amostras por avaliador.

Tamanho da porção servida

Aproximadamente 11g de cada pão (espessura de 1 cm).

Temperatura

Servir em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C).

Procedimento da apresentação

Colocar a amostra no centro do prato plástico com o código escrito acima, no próprio prato.

Apresentar as amostras monadicamente.

Ordem

Ver planilha para códigos/ordem das amostras por avaliador.

5. Sujeitos

Quantidade

120 avaliadores.

Intervalo de idade

De 18 a 60 anos de idade.

Sexo

50% feminino e 50% masculino.

Uso do produto

Ter consumido pão pelo menos 1 vez nos últimos quinze dias.

Frequência de consumo do produto

10 vezes ou mais ao ano.

Disponibilidade

Sábado (22/10/2016) no período de 10h às 16:00h. A estimativa para realização do teste para cada avaliador é de cerca de 25 minutos.

Terça-feira (08/11/2016) no período de 10:30h às 18h.

FICHA DE RECRUTAMENTO

IMPORTANTE: AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE QUESTIONÁRIO SÃO CONFIDENCIAIS.

Ser um avaliador não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional, não tomará muito do seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. Este questionário consiste em uma avaliação básica de suas aptidões sensoriais e de suas condições médicas/de saúde, para a realização do teste sensorial. Se você deseja participar, por favor, preencha este formulário assinando-o no final.

Dados pessoais:

Nome:

Telefone/Celular: _____ Data de nascimento: __/__/__

Sexo: () Masculino () Feminino

Condições médicas:

Você apresenta:

() Doença Celíaca () Diabetes () Colesterol alto () Rinite crônica

() Desordens do sistema nervoso central () Deficiências visuais severas

() Nenhuma acima Outros/comentários: _____

Você fuma

() Sim. Quantos cigarros você fuma por dia? _____ () Não

Você toma medicamento(s) que afeta(m) algum(ns) de seus sentidos?

() Sim. Qual: _____ () Não

Por favor, indique se algum dos alimentos abaixo te causa desconforto ou alergia:

() Farinha de trigo () Ovos () Sorgo () Polvilho Batata () () Nenhum

Outros: _____

Com que frequência você consome Pães em geral?

() 1 ou mais vezes por mês () 1 ou mais vezes a cada 3 meses

() 1 ou mais vezes a cada 6 meses () 6 ou mais vezes em 1 ano

() Raramente () Nenhuma vez

Com que frequência você consome Pão integral?

() 1 ou mais vezes por mês () 1 ou mais vezes a cada 3 meses

() 1 ou mais vezes a cada 6 meses () 6 ou mais vezes em 1 ano

() Raramente () Nenhuma vez

Você consome pão sem glúten?

Sim Não Frequência: _____

Você sabe o que é ou tem alguma ideia do que é análise sensorial?

Sim Não

Assinatura: _____ **Data:** __/__/__

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE
Levantamento de atributos pães ou de massa alimentícia à base de farinha de sorgo

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto: “Elaboração e caracterização sensorial de produtos isentos de glúten a partir de distintos genótipos de sorgo”, projeto de mestrado da pesquisadora Lorena Andrade de Aguiar, orientado pela Prof. Livia Pineli, do Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana da Universidade de Brasília. O objetivo dessa pesquisa é avaliar a qualidade sensorial de pães de sorgo.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome será mantido no mais rigoroso sigilo, através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

Você deverá participar de uma sessão de degustação de amostras de pães. O senhor deverá indicar o quanto gosta ou desgosta da amostra, utilizando a escala disponível na ficha de análise sensorial. Em seguida, para cada amostra, o(a) senhor(a) deverá marcar um “x” nos descritores apresentados na ficha de análise sensorial. Marque um “x” na alternativa “**sim**”, se o(a) senhor(a) concorda que a **amostra apresenta a característica** correspondente ou “**não**”, se o(a) senhor(a) acredita que **a amostra de pão analisada não apresenta** aquela característica.. O tempo máximo de participação será de 20 minutos. A qualquer momento você poderá esclarecer suas dúvidas com nossa equipe de pesquisa, que foi orientada para auxiliá-lo(a).

Os riscos que poderiam estar envolvidos nesta pesquisa, referentes a raras alergias alimentares, foram minimizados uma vez que o(a) senhor(a) informou anteriormente não ter alergia alimentar a sorgo ou aos ingredientes das receitas que lhe serão previamente apresentados.

Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa serão cobertas pelo pesquisador responsável. Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Este projeto traz como benefícios a inclusão do sorgo na dieta humana do Brasil, sendo este um cereal isento de glúten e rico em antioxidantes e amido resistente, contribuindo para uma dieta saudável.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para Lorena Andrade de Aguiar (61) 99958-1382, ou Prof. Livia Pineli (61) 99267-4818.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com você.

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável
Lorena Andrade de Aguiar
CRN DF 11.122

Brasília, ____ de _____ de 2016.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

- Ordem de apresentação das amostras aos provadores/julgadores -

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
J1	876	628	340	550	129	226	415	747
J2	550	340	129	876	415	226	747	628
J3	628	550	747	340	129	415	876	226
J4	628	415	340	226	129	550	747	876
J5	550	876	129	415	226	628	340	747
J6	415	628	876	340	550	747	226	129
J7	340	415	747	129	628	550	226	876
J8	340	226	415	876	628	129	747	550
J9	628	340	876	415	550	129	747	226
J10	129	876	226	340	747	628	415	550
J11	226	747	876	550	340	129	415	628
J12	129	550	226	876	628	747	340	415
J13	628	340	876	550	415	129	226	747
J14	340	129	628	747	415	550	876	226
J15	550	876	226	747	628	415	129	340
J16	747	628	550	129	340	226	415	876
J17	129	876	628	550	415	226	747	340
J18	129	747	226	415	550	628	876	340
J19	340	226	628	415	550	129	747	876
J20	550	415	226	628	876	129	340	747
J21	876	226	129	550	340	415	628	747
J22	415	129	550	747	628	340	876	226
J23	747	550	876	340	226	129	415	628
J24	550	340	628	226	129	747	415	876
J25	628	747	129	876	415	550	340	226
J26	550	628	340	415	747	226	129	876
J27	747	129	415	550	628	340	226	876
J28	340	415	747	226	550	876	628	129
J29	415	876	628	747	226	129	340	550
J30	129	628	415	876	747	550	340	226
J31	226	876	747	550	628	340	415	129
J32	628	550	876	747	226	340	129	415
J33	129	876	340	550	628	747	415	226
J34	628	415	129	340	550	747	876	226
J35	415	129	747	876	226	340	628	550

J36	415	340	876	226	628	129	550	747
J37	226	550	340	747	415	876	129	628
J38	226	550	628	129	415	340	876	747
J39	747	628	226	129	876	415	340	550
J40	876	628	415	340	129	550	226	747
J41	129	340	550	226	876	628	747	415
J42	340	628	550	415	747	129	876	226
J43	747	415	550	876	340	628	226	129
J44	415	226	876	129	340	550	747	628
J45	628	226	340	876	129	747	550	415
J46	550	747	226	129	628	415	876	340
J47	415	628	747	876	340	550	226	129
J48	415	226	876	628	340	747	129	550
J49	876	340	415	550	129	628	747	226
J50	628	129	550	415	876	226	747	340
J51	628	415	550	129	226	876	747	340
J52	415	628	226	747	876	340	550	129
J53	876	747	550	226	415	628	340	129
J54	340	876	628	226	550	129	415	747
J55	628	550	747	415	129	226	876	340
J56	129	340	747	628	876	550	415	226
J57	415	340	747	226	129	550	628	876
J58	226	747	415	340	876	129	550	628
J59	226	415	747	340	129	628	876	550
J60	876	415	340	628	129	550	226	747
J61	340	747	876	129	628	226	550	415
J62	876	415	129	550	226	747	340	628
J63	226	747	550	129	340	415	628	876
J64	876	129	340	628	415	226	550	747
J65	129	876	747	628	226	340	550	415
J66	550	129	415	340	876	628	226	747
J67	226	550	340	628	747	876	129	415
J68	550	129	876	340	747	628	226	415
J69	415	129	226	340	876	550	747	628
J70	415	628	340	129	747	876	550	226
J71	226	550	415	340	876	747	628	129
J72	226	415	628	550	747	876	340	129
J73	747	340	550	628	129	415	226	876
J74	129	628	876	415	226	550	340	747
J75	340	129	747	550	876	226	628	415
J76	550	129	628	226	340	876	415	747

J77	340	226	550	876	747	415	628	129
J78	628	876	129	226	340	415	747	550
J79	747	415	876	226	628	550	340	129
J80	340	550	226	415	876	129	747	628
J81	340	226	628	550	415	876	129	747
J82	876	129	628	340	415	747	550	226
J83	226	747	129	628	550	876	415	340
J84	129	226	747	550	340	415	628	876
J85	747	226	340	415	876	628	129	550
J86	876	550	226	415	747	129	628	340
J87	876	226	628	129	550	415	340	747
J88	340	226	415	129	747	876	550	628
J89	226	550	876	628	415	747	129	340
J90	876	415	129	226	340	628	747	550
J91	226	628	876	747	550	340	129	415
J92	876	129	340	628	415	747	226	550
J93	550	628	747	129	340	226	876	415
J94	340	226	550	747	415	628	876	129
J95	129	226	415	628	747	340	876	550
J96	415	226	340	747	129	876	550	628
J97	550	747	129	415	876	340	226	628
J98	226	628	129	747	415	550	876	340
J99	747	628	415	129	226	340	876	550
J100	415	550	226	340	747	628	876	129
J101	550	747	226	628	129	340	415	876
J102	628	340	747	415	550	129	226	876
J103	129	876	747	226	628	415	550	340
J104	747	129	550	340	226	876	415	628
J105	747	876	415	226	340	129	550	628
J106	129	415	226	628	876	747	340	550
J107	747	340	628	129	226	876	550	415
J108	747	129	628	876	550	226	415	340
J109	226	876	415	550	628	747	129	340
J110	340	129	747	876	550	415	628	226
J111	550	226	340	876	628	415	747	129
J112	550	340	129	747	415	876	628	226
J113	876	415	129	628	550	747	340	226
J114	876	550	129	628	226	340	747	415
J115	226	415	340	747	550	628	129	876
J116	876	747	415	226	129	340	628	550
J117	415	340	550	876	747	226	129	628

J118	628	550	876	747	129	226	415	340
J119	226	550	129	415	747	340	628	876
J120	129	747	340	415	550	876	226	628
J121	550	340	415	747	876	226	628	129
J122	129	876	628	340	226	747	550	415
J123	628	747	550	340	876	415	129	226
J124	550	747	628	226	129	876	340	415
J125	340	628	129	876	747	415	226	550
J126	747	876	415	129	226	550	628	340
J127	747	876	550	415	628	226	129	340
J128	628	747	226	876	340	550	129	415
J129	747	340	628	550	226	415	876	129
J130	415	129	226	747	340	628	550	876

J = julgador; R = rank (ordem)

1) Farinha Comercial (Red Mill): 876.

2) Farinha de Arroz: 550

3) Farinha de sorgo BRS S 332: 129.

4) Farinha de sorgo BR305: 340.

5) Farinha de sorgo 3 BRS 330: 226.

6) Farinha de sorgo 1167048: 415.

7) Farinha de sorgo BR501R: 628.

8) Farinha de sorgo CMSS005: 747

FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL – Aceitação e CATA de Pão de Sorgo

Nome: _____

Data: 22 / 10 / 2016

Por favor, prove a amostra à sua frente e a avalie utilizando as notas (1 a 9) para descrever o quanto você gostou ou desgostou do pão. Beba água após a degustação, após chame o pesquisador. Na segunda parte da ficha, **analise e marque os termos que você julga apropriados para descrevê-la**

Código da amostra: 876

NOTAS:

- (9) Gostei extremamente
 (8) Gostei moderadamente
 (7) Gostei regularmente
 (6) Gostei ligeiramente
 (5) Não gostei, nem desgostei
 (4) Desgostei ligeiramente
 (3) Desgostei regularmente
 (2) Desgostei moderadamente
 (1) Desgostei extremamente

Atributo	NOTA
Aparência	
Sabor	
Aroma	
Textura	
Aceitação global	

Aparência

- | | | | |
|---|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Alvéolos irregulares | <input type="checkbox"/> Topo regular | <input type="checkbox"/> Partículas pretas na casca | <input type="checkbox"/> Massa aerada |
| <input type="checkbox"/> Casca macia | <input type="checkbox"/> Alvéolos grandes | <input type="checkbox"/> Altura da fatia | <input type="checkbox"/> Aspecto de pão branco |
| <input type="checkbox"/> Casca fina | <input type="checkbox"/> Casca lisa | <input type="checkbox"/> Partículas marrons no miolo | <input type="checkbox"/> Aspecto de pão integral |
| <input type="checkbox"/> Partículas pretas no | <input type="checkbox"/> Topo abaulado | <input type="checkbox"/> Cor escura da crosta | <input type="checkbox"/> Casca dura |
| <input type="checkbox"/> Massa compacta | <input type="checkbox"/> Alvéolos uniformes | <input type="checkbox"/> Formato uniforme | |

Aroma

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Aroma fermentado | <input type="checkbox"/> Aroma de pão integral | <input type="checkbox"/> Aroma de queimado | <input type="checkbox"/> Aroma de fécula de batata |
| <input type="checkbox"/> Cheiro de pão cru | <input type="checkbox"/> Aroma de fumaça | <input type="checkbox"/> Aroma ácido | <input type="checkbox"/> Aroma suave |

Cor

- | | | | |
|---|--|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Cor de caramelo | <input type="checkbox"/> Cor marrom escuro | <input type="checkbox"/> Cor creme | <input type="checkbox"/> Cor clara |
| <input type="checkbox"/> Cor de pão francês | <input type="checkbox"/> Cor de chocolate | <input type="checkbox"/> Cor amendoada | |

Sabor

- | | | | |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Adstringente | <input type="checkbox"/> Residual amargo | <input type="checkbox"/> Gosto doce | <input type="checkbox"/> Sabor de café |
| <input type="checkbox"/> Residual de adoçante | <input type="checkbox"/> Gosto Ácido | <input type="checkbox"/> Muito amargo | <input type="checkbox"/> Amargo |
| <input type="checkbox"/> Neutro | <input type="checkbox"/> Adocicado | <input type="checkbox"/> Sabor de Fermento | |

Textura

- | | | | |
|---|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Crosta mais dura | <input type="checkbox"/> Muito aerado | <input type="checkbox"/> Gruda no céu da boca | <input type="checkbox"/> Crosta mais grossa |
| <input type="checkbox"/> Crosta mais crocante | <input type="checkbox"/> Arenoso | <input type="checkbox"/> Compacto | <input type="checkbox"/> Borrachoso |
| <input type="checkbox"/> Miolo muito úmido | <input type="checkbox"/> Crosta rígida | <input type="checkbox"/> Denso | <input type="checkbox"/> Miolo mole |
| <input type="checkbox"/> Semelhante ao pão de forma tradicional | <input type="checkbox"/> Coeso | <input type="checkbox"/> Miolo macio | <input type="checkbox"/> Granuloso |

APÊNDICE C – TCLE e Ficha de recrutamento PDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE
Perfil descritivo otimizado de pães à base de farinha de sorgo

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto: “Elaboração e caracterização sensorial de produtos isentos de glúten a partir de distintos genótipos de sorgo. O objetivo dessa pesquisa é avaliar a qualidade sensorial de pães de sorgo. Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome será mantido no mais rigoroso sigilo, através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

A pesquisa é composta por várias etapas a serem descritas a seguir: **a)** Primeiro você responderá um **questionário para recrutamento** com perguntas a seu respeito, a sua condição de saúde, restrições alimentares e de frequência de consumo de alguns alimentos. A seguir, **b)** para verificar seu grau de discriminação sensorial de amostras, serão aplicados **dez testes de diferença** com três amostras cada, dividido em dois encontros com duração estimada de 15 minutos. O senhor não é obrigado a engolir qualquer das amostras, sendo disponibilizados meios para descartá-la se desejar em todas as etapas. Caso o senhor seja selecionado nessa etapa, **c)** será realizado um encontro em grupo para a etapa de **levantamento de termos descritivos** do produto. Nessa etapa, você fará comparação de pares de amostras de pão, devendo indicar similaridades e diferenças entre elas. Na próxima etapa, **d)** você conhecerá com o grupo amostras de referência com intensidades fracas e fortes de cada termo descritivo levantado, para **calibração das escalas de intensidade**. Finalmente, **e)** serão realizados entre dez e quinze encontros (o número equivalerá à quantidade de termos descritivos levantados) com duração estimada de 20 minutos. Em cada sessão um termo descritivo terá sua **intensidade determinada** pelo senhor em oito amostras de pães, usando uma escala que será disponibilizada em uma ficha. A duração total da sua participação da pesquisa será de dois meses com um a dois encontros semanais.

Os riscos que poderiam estar envolvidos nesta pesquisa, referentes a raras alergias alimentares, foram minimizados uma vez que você informou anteriormente não ter alergia alimentar a sorgo ou aos ingredientes das receitas que lhe serão previamente apresentados.

Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável. Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil. Informamos que o(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, e não há pagamento por sua colaboração.

Este projeto traz como benefícios a inclusão do sorgo na dieta humana do Brasil, sendo este um cereal isento de glúten e rico em antioxidantes e amido resistente, contribuindo para uma dieta saudável.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador. Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para Lorena Andrade de Aguiar (61)9 9958-1382, ou Prof. Lívia Pineli (61) 9 9267 4818.

Este projeto foi Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da

Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com.

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com você.

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável - Lorena Andrade de Aguiar
CRN DF 11.122

Brasília, ____ de _____ de 2017.

FICHA DE RECRUTAMENTO DE AVALIADORES

IMPORTANTE: AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE QUESTIONÁRIO SÃO CONFIDENCIAIS.

Conhecer o trabalho de outros colegas pode, além de ampliar os conhecimentos científicos, auxiliar no crescimento profissional. Você já deve ter ouvido falar no desenvolvimento de novos alimentos são necessários avaliadores profissionais que diferenciam os produtos pelas suas características sensoriais. Neste momento desejamos formar uma equipe semi-treinada de avaliadores. O Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Nutrição da Universidade de Brasília, convida-o para fazer parte dessa equipe para avaliação de pão de sorgo sem glúten.

Sabemos que você possui suas próprias atribuições, as quais ocupam boa parte do expediente normal de seu trabalho, mas assim mesmo, a sua participação na equipe de avaliadores é muito importante para nós. Ser um membro de nossa equipe não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional, não tomará muito do seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. Se você deseja participar da equipe de avaliadores, por favor, preencha o formulário abaixo e retorne, preferencialmente, no prazo de uma semana a partir da entrega.

Se você tiver qualquer dúvida, ou precisar de informações adicionais, por favor, entre em contato conosco pelo e-mail: loryandrade1@gmail.com.

Este questionário consiste em uma avaliação básica de suas aptidões sensoriais e de suas condições médicas/de saúde, para a realização do teste sensorial. Caso você atenda aos requisitos mínimos necessários, você será convidado a participar do teste sensorial.

Dados pessoais:

Nome completo: _____

Telefone/Celular: _____ Email: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

Faixa etária:

() 18 - 25 () 36 - 45 () 56 - 65

() 26 - 35 () 46 - 55 () 66 - 75

Condições médicas:

Você apresenta:

() Doença Celíaca () Diabetes () Hipoglicemia () Rinite crônica

() Doenças bucais () Hipertensão () Dentadura

() Nenhuma acima () Alergias alimentares: _____

Outros/comentários: _____

Por favor, indique se algum dos alimentos abaixo te causa desconforto ou alergia:

() Farinha de trigo () Ovos () Sorgo () Polvilho () Batata () Arroz

() Nenhum Outros: _____

Você é fumante?

() Não () Sim. Quantos cigarros você fuma por dia? _____

Você toma medicamento(s) que afeta(m) algum(ns) de seus sentidos?

() Não () Sim. Qual: _____

Isso implica em sua capacidade de perceber odor ou sabor? _____

Você gosta de pão?

() Sim () Não

Com que frequência você consome pão?

() Uma vez no dia ou mais () Uma vez a cada quinze dias ou mais

() Uma vez por semana ou mais () Uma vez por mês ou mais

() Menos de uma vez por mês () Não consome

Você consome pão sem glúten?

() Sim () Não Frequência: _____

Você sabe o que é ou tem alguma ideia do que é análise sensorial?

() Sim () Não

Você se encontra em dieta por questões de saúde? Em caso positivo, explique, por favor.

Quais são os dias da semana e horários que você poderá participar das sessões de análise sensorial?

Você conseguiria citar alimentos relacionados a seguintes palavras? Quais?

Macio - _____

Doce - _____

Úmido - _____

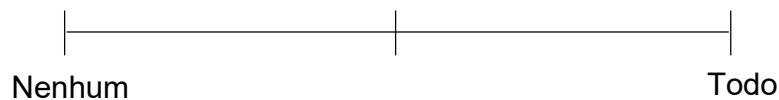
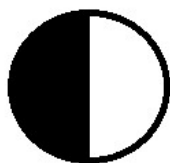
Crocante - _____

Amargo - _____

Exercícios de escala:

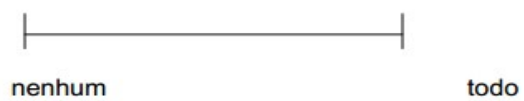
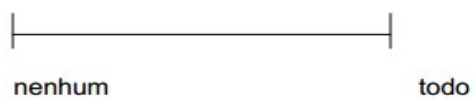
Marque na linha à direita a proporção da área que está sombreada, assim como nos exemplos abaixo: (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar).

Exemplos:





Agora é a sua vez:



Assinatura: _____

Data: __/__/2017.

APÊNDICE D – Fichas dos testes triangulares

Nome: _____ Data: ___ / ___ / ___

TESTE TRIANGULAR

Você receberá 3 amostras codificadas de pão. **Duas amostras são iguais e uma é diferente.** Por favor, prove-as da esquerda para a direita. Circule o código da amostra **DIFERENTE**.

143	620	498
-----	-----	-----

Comentários: _____

Nome: _____ Data: ___ / ___ / ___

TESTE TRIANGULAR

Você receberá 3 amostras codificadas de pão, esse processo será repetido 4 vezes. **Duas amostras são iguais e uma é diferente.** Por favor, prove-as da esquerda para a direita. Circule o código da amostra **DIFERENTE**.

143	620	498
387	942	541
852	538	719
281	903	451

Comentários: _____

APÊNDICE E – Fichas para análise de PDO

Nome: _____ Data: __/__/2017

Por favor, observe as amostras à sua frente, e o avalie utilizando as escalas abaixo. Marque com um traço vertical a posição da escala que melhor reflita seu julgamento quanto aos atributos da amostra avaliada. Utilize as amostras de referência para adequar seu julgamento.

Cor do miolo

876	-----	Forte
	Fraco	
628	-----	Forte
	Fraco	
340	-----	Forte
	Fraco	
550	-----	Forte
	Fraco	
129	-----	Forte
	Fraco	
226	-----	Forte
	Fraco	
415	-----	Forte
	Fraco	
747	-----	Forte
	Fraco	

Comentários: _____

APÊNDICE F – Ficha de análise de comparação pareada

Nome: _____

Data: ___ / ___ / ___

Por favor, prove da esquerda para a direita as duas amostras de pães e marque qual a amostra de sua preferência:

Código da amostra	659	415
Preferência geral		

Qual o motivo da sua preferência por essa amostra?

APÊNDICE G – Fichas técnicas de preparo (FTP) dos pães sem glúten

Ficha técnica do pão sem glúten com farinha de arroz:

INGREDIENTES	PESO BRUTO(g)	PESO LÍQUIDO(g)	FC	PER CAPITA(g)	CUSTO TOTAL (R\$)	MODO DE PREPARO
Fécula de batata	90	90	1,00	3,00	2,00	Regenerar o fermento biológico seco por 10 minutos de pré-fermentação na temperatura de 37°C a 43°C em água e açúcar. Em um processador de alimentos, com um batedor de massas, a uma velocidade lenta (nível 1 e 2) misturar a farinha de arroz, fécula de batata e polvilho doce. Após misturar a goma xantana, o sal, açúcar. Adicionar a água morna junto com o óleo. Posteriormente o ovo inteiro e a clara foram adicionados até que a mistura ficasse homogênea. Por último adicionar o fermento levedado e misturado em velocidade baixa. Quando a mistura ficar homogênea colocar nas formas, previamente untadas, e deixar fermentar por 25 minutos (até dobrar de volume). Assar o pão em forno pré-aquecido a 190°C por 45 minutos. Deixar esfriar, desenformar e servir.
Farinha de arroz	200	200	1,00	6,67	1,20	
Polvilho doce	37	37	1,00	1,23	0,63	
Goma xantana	3,5	3,5	1,00	0,12	0,32	
Açúcar mascavo	25	25	1,00	0,83	0,27	
Sal	5	5	1,00	0,17	0,01	
Água	280	280	1,00	9,33	-	
Óleo	48	48	1,00	1,60	0,27	
Ovo inteiro	60	54	1,11	2,00	0,96	
Clara de ovo	33	33	1,00	1,10	0,53	
Fermento biológico seco	10	10	1,00	0,33	0,56	
Açúcar mascavo	9	9	1,00	0,30	0,10	
Água morna	100	100	1,00	3,33	-	
Total					6,85	

Valor energético total (VET): 1778kcal

VET individual: 59 kcal

Proteína: 16g 64kcal 4% do VET

Lipídeos: 54g 486kcal 27% do VET

Carboidratos: 307g 1228kcal 69% do VET

Fator de Cocção: 0,80

Rendimento: 715g (duas formas de pão - 30 fatias)

Porção: 1 fatia com aproximadamente 24g

Ficha técnica do pão sem glúten com farinha de sorgo:

INGREDIENTES	PESO BRUTO(g)	PESO LÍQUIDO(g)	FC	PER CAPITA(g)	CUSTO TOTAL (R\$)	MODO DE PREPARO
Fécula de batata	90	90	1,00	3,00	2,00	Regenerar o fermento biológico seco por 10 minutos de pré-fermentação na temperatura de 37°C a 43°C em água e açúcar. Em um processador de alimentos, com um batedor de massas, a uma velocidade lenta (nível 1 e 2) misturar a farinha de sorgo, fécula de batata e polvilho doce. Após misturar a goma xantana, o sal, açúcar. Adicionar a água morna junto com o óleo. Posteriormente o ovo inteiro e a clara foram adicionados até que a mistura ficasse homogênea. Por último adicionar o fermento levedado e misturado em velocidade baixa. Quando a mistura ficar homogênea colocar nas formas, previamente untadas, e deixar fermentar por 25 minutos (até dobrar de volume). Assar o pão em forno pré-aquecido a 190°C por 45 minutos. Deixar esfriar, desenformar e servir.
Farinha de sorgo*	200	200	1,00	6,67	9,23	
Polvilho doce	37	37	1,00	1,23	0,63	
Goma xantana	3,5	3,5	1,00	0,12	0,32	
Açúcar mascavo	25	25	1,00	0,83	0,27	
Sal	5	5	1,00	0,17	0,01	
Água	280	280	1,00	9,33	-	
Óleo	48	48	1,00	1,60	0,27	
Ovo inteiro	60	54	1,11	2,00	0,96	
Clara de ovo	33	33	1,00	1,10	0,53	
Fermento biológico seco	10	10	1,00	0,33	0,56	
Açúcar mascavo	9	9	1,00	0,30	0,10	
Água morna	100	100	1,00	3,33	-	
Total					14,88	

*Custo da farinha de sorgo comercial, as demais farinhas não é possível precificar, porém a ficha técnica é a mesma. Os valores abaixo que são diferentes.

Cálculo para pão elaborado com farinha de sorgo comercial

Valor energético total (VET):	1807kcal	Fator de Cocção:	0,80
VET individual:	60 kcal	Rendimento:	692g (duas formas de pão - 30 fatias)
Proteína:	37g	148kcal	8% do VET
Lipídeos:	59g	531kcal	29% do VET
		Porção:	1 fatia com aproximadamente 23g

Carboidratos: 282g 1128kcal 63% do VET

Cálculo para pão elaborado com farinha CMSS 005

Valor energético total (VET):	1831kcal	Fator de Cocção:	0,80
VET individual:	61kcal	Rendimento:	672g (duas formas de pão - 30 fatias)
Proteína:	36g 144kcal 8% do VET	Porção:	1 fatia com aproximadamente 23g
Lipídeos:	59g 531kcal 29% do VET		
Carboidratos:	289g 1156kcal 63% do VET		

Cálculo para pão elaborado com farinha BR 501

Valor energético total (VET):	1836kcal	Fator de Cocção:	0,80
VET individual:	61 kcal	Rendimento:	696g (duas formas de pão - 30 fatias)
Proteína:	36g 144kcal 8% do VET	Porção:	1 fatia com aproximadamente 23g
Lipídeos:	60g 540kcal 29% do VET		
Carboidratos:	288g 1152kcal 63% do VET		

Cálculo para pão elaborado com farinha 1167048

Valor energético total (VET):	1804kcal	Fator de Cocção:	0,80
VET individual:	60kcal	Rendimento:	712g (duas formas de pão - 30 fatias)
Proteína:	34g 136kcal 8% do VET	Porção:	1 fatia com aproximadamente 24g
Lipídeos:	60g 540kcal 30% do VET		
Carboidratos:	282g 1128kcal 62% do VET		

Cálculo para pão elaborado com farinha BRS 330

Valor energético total (VET):	1783kcal	Fator de Cocção:	0,80
-------------------------------	----------	------------------	------

VET individual:	59kcal			Rendimento:	714g (duas formas de pão - 30 fatias)
Proteína:	37g	148kcal	8% do VET	Porção:	1 fatia com aproximadamente 24g
Lipídeos:	59g	531kcal	30% do VET		
Carboidratos:	276g	1104kcal	62% do VET		

Cálculo para pão elaborado com farinha BR 305

Valor energético total (VET):	1769kcal			Fator de Cocção:	0,70
VET individual:	59kcal			Rendimento:	667g (duas formas de pão - 30 fatias)
Proteína:	36g	144kcal	8% do VET	Porção:	1 fatia com aproximadamente 22g
Lipídeos:	57g	513kcal	29% do VET		
Carboidratos:	278g	1112kcal	63% do VET		

Cálculo para pão elaborado com farinha BRS 332

Valor energético total (VET):	1784kcal			Fator de Cocção:	0,80
VET individual:	60 kcal			Rendimento:	732g (duas formas de pão - 30 fatias)
Proteína:	36g	144kcal	8% do VET	Porção:	1 fatia com aproximadamente 24g
Lipídeos:	60g	540kcal	30% do VET		
Carboidratos:	275g	1100kcal	62% do VET		

APÊNDICE H – Cartaz de divulgação da Análise Sensorial

DEGUSTAÇÃO DE PÃES
08 DE NOVEMBRO - 10:30H
LOCAL: SHIZEN 407 SUL - CLS 407 Bloco B loja 14
Realização: Universidade de Brasília



**Venha participar da
degustação de
Pães isentos de glúten
Elaborados com farinha de
Sorgo!**

Realização:


shizen