

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

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MASSAS ALIMENTÍCIAS
SEM GLÚTEN À BASE DE FARINHAS DE SORGO (*Sorghum bicolor (L) Moench*)**

LÍCIA CAMARGO ORLANDIN

BRASÍLIA

2016

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

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MASSAS ALIMENTÍCIAS
SEM GLÚTEN À BASE DE FARINHAS DE SORGO (*Sorghum bicolor (L) Moench*)**

LÍCIA CAMARGO ORLANDIN

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Nutrição Humana, como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre em Nutrição Humana.

Orientadora: Profa. Dra. Raquel Braz Assunção Botelho
Co-Orientadora: Prof. Dr. Lúcio Flávio de Alencar Figueiredo

BRASÍLIA
2016

ORLANDIN, Lícia Camargo.

Universidade de Brasília/Lícia Camargo Orlandin;

Orientação Prof^ª Dra. Raquel Braz Assunção Botelho;

Co-orientação Prof. Dr. Lúcio Flávio de Alencar Figueiredo.

Brasília, 2016.

103 folhas.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana - Universidade de Brasília (UnB).

1. Sorgo 2. Antioxidantes 3. Massa alimentícia

LÍCIA CAMARGO ORLANDIN

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MASSAS ALIMENTÍCIAS SEM GLÚTEN À BASE DE FARINHAS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L) Moench)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Nutrição Humana, da Faculdade de Ciências da Saúde, da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre em Nutrição Humana.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Raquel Braz Assunção Botelho (Orientadora)
Faculdade de Ciências da Saúde / Departamento de Nutrição
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Lúcio Flávio de Alencar Figueiredo (Coorientador)
Instituto de Ciências Biológicas / Departamento de Botânica
Universidade de Brasília

Profa. Dra. Renata Puppim Zandonadi
Faculdade de Ciências da Saúde / Departamento de Nutrição
Universidade de Brasília

Dra. Valéria Aparecida Vieira Queiroz
Pesquisadora Embrapa Milho e Sorgo

Profa. Dra. Lívia de Lacerda de Oliveira Pineli (Suplente)
Faculdade de Ciências da Saúde / Departamento de Nutrição
Universidade de Brasília

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Profa. Dra. Raquel Braz Assunção Botelho e ao meu coorientador prof. Dr. Lúcio Flávio de Alencar Figueiredo por terem aceitado me orientar.

Ao departamento de Nutrição da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, ao Laboratório de Análise de Alimentos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, ao Laboratório de Microbiologia do Departamento de Botânica da Universidade de Brasília, ao Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Católica de Brasília e aos respectivos técnicos, colaboradores e estagiários.

À profa. Livia de Lacerda de Oliveira Pineli e ao grupo CTA por todo apoio, amizade, ajuda e troca de experiências nestes dois anos.

Aos avaliadores que tornaram possível a realização da análise sensorial deste trabalho.

À Dra. Valéria Aparecida Vieira Queiroz e à Embrapa Milho e Sorgo por terem gentilmente cedido a matéria prima para realização deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e à FAP-DF pelo apoio financeiro dado a este projeto.

E à minha família que, por mais distante que esteja, sempre está ao meu lado.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.OBJETIVOS.....	3
2.1.Objetivo geral.....	3
2.2.Objetivos específicos.....	3
3.REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
3.1.Consumo de cereais na alimentação.....	3
3.2.Sorgo.....	5
3.3.Alimentos para fins especiais.....	11
3.4.Massas alimentícias.....	14
4.MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1.Elaboração e Caracterização de massas alimentícias.....	18
4.2.Análises Químicas das massas.....	21
4.2.1.Análise de teor de amido resistente, amido solúvel e amido total.....	21
4.2.2.Análise do Teor de Amilose.....	21
4.2.3.Preparo de extrato para análises de Compostos Fenólicos, Taninos e Atividades Antioxidantes por FRAP e DPPH.....	22
4.2.4.Análise de Compostos Fenólicos.....	22
4.2.5.Taninos.....	22
4.2.6.Atividade Antioxidante por DPPH.....	23
4.2.7.Atividade Antioxidante por FRAP.....	23
4.3.Propriedades das massas.....	23
4.3.1.Tempo de cozimento das massas.....	23
4.3.2.Aumento de peso (Índice de absorção).....	24
4.3.3.Aumento de volume.....	24
4.3.4.Perda de sólidos solúveis em água.....	24
4.4.Análise sensorial.....	24
4.4.1.Aceitabilidade.....	25
4.5.Análise estatística.....	26
4.5.1. Análise Multivariada	27
5.Resultados e Discussão.....	28
5.1.Composição nutricional das massas alimentícias.....	28
5.2.Análises químicas das massas.....	30
5.3.Cozimento.....	38
5.4.Análise multivariada.....	42
5.5.Análise sensorial.....	43
5.5.1.Aceitabilidade.....	45
6.CONCLUSÃO.....	51
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....	67
APÊNDICES.....	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Composição Centesimal dos principais cereais em forma de farinha	5
TABELA 02: Consumo de massas alimentícias em diversos países	15
TABELA 03: Ingredientes da massa alimentícia com diferentes tipos de farinha de sorgo utilizado no trabalho.....	20
TABELA 04: Composição nutricional das massas alimentícias com diferentes farinhas de sorgo em 100g de produto cru.....	28
TABELA 05: Composição de massas alimentícias à base de diferentes farinhas de sorgo cozidas quanto aos teores de amilose e amido resistente.....	31
TABELA 06: Composição de massas alimentícias à base de diferentes farinhas de sorgo cozidas quanto aos para composto fenólicos, taninos totais e atividade antioxidante.....	33
TABELA 07: Tempo de cozimento, Índice de absorção, aumento de volume e perda de sólidos solúveis de massas alimentícias produzidas com farinhas de sorgo submetidas à cocção	40
TABELA 08: Aceitação das massas alimentícias de sorgo formuladas com genótipos de diferentes cores de pericarpo.....	46
TABELA 09: Aceitação, Indiferença e Rejeição das massas alimentícias elaboradas com farinhas de sorgo de pericarpo de coloração distintas	48
TABELA 10: Porcentagem de aceitação das massas elaboradas com farinhas de sorgo de pericarpos de coloração distinta para o Cluster 1	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa de produção agrícola de sorgo granífero	7
Figura 02: Divisão dos compostos fenólicos	8
Figura 03: Massas alimentícias das 6 variedades de sorgo	20
Figura 04: Ficha do teste de aceitabilidade por escala hedônica de 9 pontos	26
Figura 05: Massas cozidas das 6 variedades de farinha de sorgo com diferentes cores de pericarpo	39
Figura 06: Análise multivariada	42
Figura 07: Mapa de aceitação dos avaliadores das massas alimentícias de sorgo	45

RESUMO

Atualmente há uma demanda crescente por produtos saudáveis e inovadores. No ramo de massas alimentícias não é diferente, podendo ser encontrado produtos à base de milho, arroz e, claro, o tradicional trigo. Porém, este último possui glúten, proteína associada à enteropatia glúten sensível, também conhecida como doença celíaca. Para os portadores da doença é muito importante manter uma dieta livre de alimentos que possuam tal proteína, sendo eles o trigo, o centeio, a cevada e aveia. Esta exigência leva à necessidade de se estudar outras fontes alimentícias para a produção de massas. O objetivo do estudo foi desenvolver massas alimentícias sem gluten e avaliar o efeito das diferentes variedades de cores do pericarpo na qualidade sensorial, qualidade de cozimento e atividade antioxidante a partir de farinhas de sorgo obtidas de grãos com ou sem taninos. Cinco das seis farinhas foram cedidas pela Embrapa Milho e Sorgo e a sexta foi obtida comercialmente (controle). A composição centesimal das massas foi baseada nos dados das farinhas obtidos por Oliveira (2016) e pelas tabelas TACO (2011) e TBCA –USP (s.d.). Foram realizadas análises de amilose, amido resistente, fenólicos totais, taninos totais e atividade antioxidante FRAP e DPPH. As massas alimentícias também foram avaliadas quanto às propriedades de tempo de cozimento, índice de absorção, aumento de volume e perda de sólidos solúveis na água de cocção. As seis massas também foram avaliadas sensorialmente quanto à aceitação por 121 avaliadores com escala hedônica estruturada de nove pontos. Os dados químicos e de cozimento foram coletados em 3 repetições, em triplicata, e analisados por Análise de Variância e Teste de Tukey. Os dados sensoriais obedeceram um delineamento de blocos completos casualizados com 121 provadores e analisados por ANOVA com Teste de Fisher ($p < 0,05$). Pôde-se observar que as massas alimentícias formuladas com as farinhas de sorgo dos cultivares marrons BR 305 e 1167048 apresentaram os melhores resultados quanto aos teores de amido resistente (1,81g/100g e 2,9g/100g), compostos fenólicos (69,9g/100g e 42,8g/100g) e taninos (16,9g/100g e 9,43 mg de proantocianidina/100g). Para atividade antioxidante, os genótipos marrons também apresentaram os melhores resultados (DPPH 8,68 e 8,96 e FRAP

195,3 e 305). Para as análises qualitativas das massas, o genótipo BRS 330 obteve o melhor índice de absorção (3,66). O volume da massa não apresentou diferença estatística significativa, variando de 9,4mL a 10,7mL. Para perdas de sólidos solúveis, a massa alimentícia feita com a farinha de sorgo BRS 330 apresentou o maior valor e o menor foi apresentado pela massa de farinha comercial. Para aceitação, as amostras de massa alimentícia comercial obtiveram a melhor percentual de impressão global (56%) e a amostra BR 305 obteve para os demais parâmetros (aroma 15%, sabor 57% e cor 48%). Esses resultados mostraram que os taninos não influenciaram negativamente no sabor das massas, tampouco a coloração marrom do pericarpo sobre a cor do produto. A partir dos dados obtidos pode-se perceber que o sorgo é um alimento rico nutricionalmente, principalmente as variedades marrons com tanino, e que devem ser melhor aproveitadas para o desenvolvimento de alimentos. Para a utilização das massas à base de sorgo, outras formulações são necessárias para melhorar a aceitação das massas e a análise sensorial deverá ser aplicada especialmente com o grupo alvo de indivíduos consumidores de alimentos sem glúten.

Palavras chave: Sorgo; Antioxidantes; Massa alimentícia

ABSTRACT

Nowadays there is a growing demand for healthier and innovative products. For the pasta sector it's not different. It can be produced from corn, rice and, of course, the traditional wheat. However, the later contains gluten, protein associated with the gluten sensitive enteropathy, also known as celiac disease. For those people, it's very important to maintain a gluten free diet, keeping away ingredients like wheat, rye, barley and oat. For such reason it's important to search for ingredients to replace the ones that are not allowed. The objective of this study is to develop pasta from 6 different types of sorghum flour. Five out of six flours were donated by Embrapa Milho e Sorgo and the sixth was commercially obtained (control). The nutritional composition was based on the data from flours obtained by Oliveira (2016), the TACO Table (2011) and TBCA USP (s.d.). The analysis of amylose, resistant starch, phenolics compounds, tannins and total antioxidant activity FRAP and DPPH were obtained by chemical analysis. The pasta were also evaluated for their cooking time properties, weight gain and loss of soluble solids in the cooking water. They were also evaluated for sensory acceptance by 121 panelists with hedonic scale of nine points. Data were collected in 3 repetitions in triplicate and analyzed by ANOVA and Tukey test. The sensory data obeyed a randomized complete block design with 121 panelists and were analyzed by ANOVA with Fisher test ($p < 0.05$). It was observed that the pasta made with the BR 305 and 1167048 cultivars showed the best results for resistant starch (1,81g/100g and 2,9g/100g), total phenolic contents (69,9g/100g and 42,8g/100g) and total tannins (16,9mg proanthocyanidin/100g, and 9,43mg proanthocyanidin/100g). For antioxidant activity, brown varieties also achieved the best results (DPPH 8,68 and 8,96 and FRAP 195,3 and 305). For the qualitative analysis, the BRS 330 genotype had the best absorption index (3,66), the mass volume ranged from 9,4mL to 10,7mL and soluble solids losses in pasta BRS 330 showed the highest value and the lowest was presented by the commercial pasta. For acceptance, the commercial pasta obtained the best percentage for global acceptance (56%) and the sample BR 305 obtained for the remaining parameters (15% aroma, flavor and color 57% 48%). From the data obtained can be seen that sorghum is a nutritious ingredient, especially the brown varieties and they should be better explored for the development of food.

Keywords: Sorghum; Antioxidants; Pasta

1. INTRODUÇÃO

A enteropatia glúten sensível é uma enfermidade autoimune desencadeada pela ingestão de cereais que contenham glúten, frações protéicas presentes em diversos cereais como o trigo, o centeio e a cevada. A única maneira de tratamento é manter uma dieta rigorosa por toda a vida, restringindo assim as opções de alimentação destas pessoas, uma vez que eles devem eliminar de sua dieta produtos como macarrão, pães, bolos, bolachas, cervejas, entre outros produtos que sejam produzidos com cereais que contenham glúten (FERREIRA *et al.*, 2009), passando a consumi-los em sua versão sem glúten. Porém, nem sempre é simples para um indivíduo celíaco seguir uma alimentação estritamente sem glúten e fazer as escolhas nutricionais certas (GREEN *et al.*, 2001).

Estes indivíduos tem grande dificuldade no acesso a produtos industrializados elaborados com farinhas de fontes alternativas à farinha de arroz, uma vez que ela combinada com farinhas e amidos de outros cereais é a principal substituta da farinha de trigo (CAPRILES; ARÊAS, 2011). Por serem feitos com matérias primas refinadas, uma dieta sem glúten pode levar a possíveis deficiências nutricionais, como fibras alimentares e micronutrientes ou ainda excesso de nutrientes, como as gorduras saturadas. Produtos sem glúten normalmente possuem pouca quantidade de fibra, magnésio e ácido fólico (SATURNI *et al.*, 2010; BACHETTI *et al.*, 2014; ZUCCOTTI *et al.*, 2013).

Os cereais integrais sem glúten têm despertado o interesse para utilização em tais produtos pelo fato de serem ricos em carboidratos e proteínas, características estas importantes para a qualidade tecnológica de produtos sem glúten, mas também por possuírem compostos que são benéficos à saúde, como fibras alimentares, antioxidantes, amido resistentes e micronutrientes essenciais à manutenção da vida.

O sorgo é uma das alternativas de cereal para a fabricação de produtos devido à sua composição nutricional e também por ser uma fonte ainda não muito explorada na alimentação humana. Alguns estudos tem demonstrado que o sorgo é nutricionalmente tão importante quanto o milho e o trigo (ALMEIDA FILHO, 2012) e é uma fonte valiosa de compostos como amido resistente (DICKO *et al.*, 2006; RAGAEI *et al.*, 2006), fibras dietéticas (DICKO *et al.*, 2006) e compostos fenólicos (AWIKA; ROONEY, 2004; DYKES; ROONEY, 2006). Segundo Magalhães e Durães (2003),

existem diversos compostos fenólicos no grão de sorgo, sendo que eles podem afetar a cor, aparência e a qualidade nutricional. Eles podem ser divididos em dois grupos básicos: ácidos fenólicos e flavonóides (ALTHWAB *et al.*, 2015). A atividade antioxidante do sorgo está ligada a presença de tais compostos (ALTHWAB *et al.*, 2015).

A atividade antioxidante é a proteção que os compostos antioxidantes fornecem contra os efeitos prejudiciais causados por radicais livres e espécies reativas do oxigênio produzidos pelo organismo através da absorção desses radicais, ou por inibir ou interromper a propagação da cadeia de reações oxidativas promovidas pelos mesmos (PODSEDEK, 2007).

EBERHARDT *et al.*, (2002) demonstraram que quanto maior a diversidade de fitoquímicos ingeridos numa dieta através de alimentos, maior proteção antioxidante ao organismo do que se ingeridos isoladamente. Portanto, para obter maior benefício à saúde, uma maior variedade de fontes antioxidantes deve ser adicionada à dieta (ADOM; LIU, 2002).

A cultura do sorgo ainda possui a vantagem de utilizar a água e os nutrientes do solo de forma mais eficiente do que outras culturas, permitindo que ela seja produzida em áreas muito secas e/ou muito quentes, nas quais outras culturas não se adaptariam ou não teriam produtividade satisfatória. Por causa desta eficiência, o sorgo apresenta menor custo de produção, sendo comercializado por um valor mais baixo no mercado (LOPES, 2004).

Além disso, o sorgo não possui glúten, o que, por um lado é útil para o desenvolvimento de produtos para pessoas celíacas, mas também é uma preocupação, pois o glúten é muito importante tecnologicamente na formação e crescimento em pães e na elasticidade e textura “al dente” em massas alimentícias, proporcionando uma sustentação adequada do produto final (SCHEUER *et al.*, 2011).

Se faz necessária a intensificação do desenvolvimento de produtos de fontes alternativas às tradicionais, não apenas para pessoas que apresentem enteropatia glúten sensível, mas também para o público em geral, uma vez que a maior ingestão de antioxidantes traz benefícios à saúde humana.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver massas alimentícias sem glúten à base de farinha de sorgo com e sem tanino.

2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar massas alimentícias a partir de farinhas de sorgo de genótipos com diferentes cores de pericarpo, com e sem tanino;
- Caracterizar química e fisicamente e quanto à aceitabilidade as massas alimentícias preparadas com as farinhas de sorgo e mais uma massa controle feita com farinha de sorgo comercial;
- Comparar a composição nutricional das massas desenvolvidas;
- Comparar a aceitabilidade das massas desenvolvidas;
- Avaliar os diferentes genótipos de sorgo de pericarpos de cor diferente na qualidade nutricional e sensorial das massas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Consumo de cereais na alimentação

Nas últimas décadas, países em desenvolvimento passaram por uma transição nutricional em que o padrão alimentar rico em cereais, leguminosas, raízes e tubérculos vem sendo substituído por uma alimentação rica em gorduras e açúcares (FAO, 2013). Essas mudanças alimentares têm colocado a população em maior risco para doenças crônicas, uma vez que a combinação da ingestão de micronutrientes, antioxidantes, fitoquímicos e fibras alimentares presentes em alimentos como frutas e vegetais, cereais integrais e leguminosas leva à redução do risco de desenvolvimento dessas doenças (ZASLAVSKY, 2002).

Embora o consumo esteja diminuindo, os cereais ainda são muito consumidos no Brasil e no mundo (MORATOYA *et al.*, 2013), porém a importância dada à eles na

prevenção de doenças crônicas é pequena quando comparada à de frutas e de vegetais, mesmo que os guias alimentares coloquem grãos e produtos oriundos de grãos na base da pirâmide alimentar para enfatizar sua importância (ADOM; LIU, 2002).

Segundo levantamento realizado pela FAO (s.d.), os cereais que mais contribuem para a dieta humana, de forma significativa, são o arroz, o trigo, o milho, a cevada, o centeio, a aveia, o milho e o sorgo. No Brasil, os cereais e leguminosas aparecem dentre os 5 grupos de alimentos mais consumidos pela população segundo a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF). Eles estão em terceiro lugar, com um consumo médio de 38,98kg per capita anual (IBGE, 2011). Ao comparar a situação domiciliar, observa-se uma grande diferença entre o consumo urbano e o rural, sendo que a média rural (62,54kg) é 60% maior que a urbana (34,13kg) (IBGE, 2011). Grande parte dos alimentos consumidos pela população mundial não é muito diferente de uma sociedade para outra (DIAMOND, 2005). Embora a base de alimentos seja bastante semelhante entre as sociedades, a combinação entre eles é distinta, seja através da manipulação, das técnicas de cocção, das representações e das práticas sobre as comidas e refeições.

Ao comparar regiões, a região Centro-Oeste é a que obteve maior média (50,17kg), seguido da região Nordeste (43,59kg), Norte (42,12kg), Sudeste (35,65kg) e, por último, a região Sul (32,26kg) (IBGE, 2011).

Na agricultura mundial, as produções dos cereais são predominantes, com um total de 2500 milhões de toneladas sendo colhidas em 2011, sendo 704 milhões de toneladas de trigo, 723 milhões de arroz, 883 milhões de toneladas de milho e uma pequena participação dos demais cereais (aveia, centeio, cevada, sorgo e milho) (FAOSTAT, 2013).

Essa produção é consumida de forma direta, transformado em produtos industrializados ou, indireta, com transformação na forma de carne, já que o crescimento animal é, em sua maioria, impulsionado pelo consumo de cereais. Os pães e massas alimentícias fazem parte da alimentação diária e o consumo de cereais na forma de biscoitos, cereais matinais e *snacks* tem aumentado (HEINIO *et al.*, 2016). Porém, segundo o mesmo autor, a fabricação dos produtos transformados é realizada com farinha refinada dos cereais, o que diminui a quantidade de fibras e nutrientes de tais preparações.

Em geral, os cereais contêm 65-75% de seu peso em carboidratos, 6-12% de proteína, 1-5% de lipídeos, sendo que a maior parte do carboidrato presente é de amido, mas alguns cereais fornecem também polissacarídeos não amiláceos e açúcares simples. Abaixo, pode-se observar a composição centesimal destes grãos (Tabela 01) em 100g de farinha.

Tabela 01 – Composição centesimal dos principais cereais em forma de farinha

Cereal	Energia kcal	Umidade (%)	Proteína (g)	Lipídeos (g)	Carbs (g)	PNA* (g)	Fib. Alimentar (g)	Amido (g)	Açúcares (g)
Trigo	315	14,0	12,7	2,2	63,9	9,0	12,6	61,8	2,1
Milho	362	12,0	8,7	0,8	77,7	Na	11,0	71	1,6
Arroz	366	11,8	6,4	0,8	80,1	2,0	3,5	80,1	1,0
Cevada	306	11,7	10,6	2,1	64,0	14,8	17,3	62,2	1,8
Sorgo	385	14,0	8,3	3,9	57,4	Na	13,8	50	1,3
Milheto	354	13,3	5,8	1,7	75,4	Na	8,5	60	4
Centeio	341	15,0	8,2	2,0	75,9	11,7	14,6	75,9	Na
Aveia	405	8,9	12,4	8,7	72,8	6,8	10,3	72,8	1,2

PNA* Polissacarídeos não amiláceos; na: não avaliado

Fonte: FAO, s.d.

Grãos integrais são boas fontes de carboidratos e são excelentes para a diversificação e inovação alimentar (COLLAR *et al.*, 2014). O interesse por outros cultivos, além do trigo, tem aumentado principalmente por conterem fitoquímicos que apresentam atividade antioxidante benéficas à saúde (ADOM; LIU, 2002). Um dos cereais alternativos para a alimentação humana é o sorgo, porém, em muitos países, assim como no Brasil, não se tem o hábito de consumi-lo, sendo utilizado principalmente para alimentação animal. O consumo de sorgo exige mudança de hábitos dos consumidores, que, devido ao desconhecimento do seu valor nutricional e do seu potencial na alimentação, consideram de baixa qualidade produtos formulados com esse cereal (SOLÓRZANO, 2013).

3.2. Sorgo

O sorgo destaca-se como o quinto cereal de maior produção no mundo. No Brasil, encontra-se em 4º no ranking de produção (FAOSTAT, 2013; IBGE, 2014). Este cereal é mundialmente conhecido, principalmente, por seu uso na alimentação animal

como forragem e como ingrediente em rações, além do uso na produção de etanol ou até mesmo em materiais de construção em países europeus e americanos (TAYLOR *et al.*, 2006). Porém, em países da Ásia e da África, ele é utilizado na preparação de produtos comuns da base alimentar de populações inteiras, seja na forma de mingau, cuscuz ou ainda em produtos de panificação. Para essas populações, o sorgo é responsável pelo suprimento de cerca de 70% da ingestão calórica diária, exercendo, assim, importante papel na segurança alimentar (SOUZA *et al.*, 2005; TAYLOR *et al.*, 2006).

Ele apresenta algumas vantagens em relação aos cereais convencionais, como, por exemplo, fácil adaptação às condições agrícolas diversas, permitindo o seu cultivo em regiões de calor excessivo ou de baixa fertilidade do solo, além de baixo custo de produção (MARTINEZ; PAU, 1992; SANCHEZ, 2003). No Brasil, este aspecto é muito interessante, uma vez que o país apresenta diferentes tipos de solos e de climas, potencializando, assim, o interesse em seu cultivo para alimentação brasileira (QUEIROZ *et al.*, 2011).

Basicamente existem cinco tipos de sorgo, sendo eles granífero, silageiro, sacarino, de pastejo e vassoura. O granífero é o mais cultivado no mundo (DUARTE, 2010), a planta é de pequeno porte para que a colheita possa ser mecanizada e apresenta grande rendimento de grãos (ALMEIDA FILHO, 2012). O de silagem é o segundo mais cultivado (SANTOS, 2005), sendo as plantas altas, de boa qualidade bromatológica e são usados como forragem para alimentação animal. O sacarino também deve ser alto e apresentar caldo com grande concentração de sacarose em seu colmo, para a fabricação de álcool e o sorgo de pastejo possui crescimento inicial rápido, pois uma de suas características é a rápida formação de pastagem, além de boas qualidades bromatológicas. Por fim, o sorgo vassoura é explorado principalmente pela agricultura familiar e suas plantas devem possuir panículas com ráquis¹ longas para a confecção de vassouras (ALMEIDA FILHO, 2012).

No Brasil, as zonas de produção do sorgo se concentram no Brasil Central em sucessão a plantios de verão (safrinha²), no Sul (região de fronteira) em plantios de verão e no Nordeste em plantios nas condições do semi-árido, com altas temperaturas e

¹ Ráquis: eixo principal das espigas das gramíneas

² Safrinha: plantio entressafra - período compreendido entre janeiro e meados de março

precipitação inferior a 600 mm anuais. Na Figura 01, pode-se observar os estados brasileiros que mais produzem sorgo granífero, ficando nítida a expressiva participação da região geoeconômica Centro-Sul.

Embora o sorgo seja indicado como bom substituto do milho na produção agrícola e alimentação animal, aspectos culturais dificultam esta substituição e geram problemas de mercado para o produto. Por exemplo, os armazéns graneleiros são usados prioritariamente para estocar milho e soja, sendo usados apenas espaços sobressalentes para armazenagem de sorgo. Outro exemplo está relacionado ao preço do sorgo, que é atrelado ao preço do milho, sendo cotado próximo de 80% do valor deste (EMBRAPA, 2012).

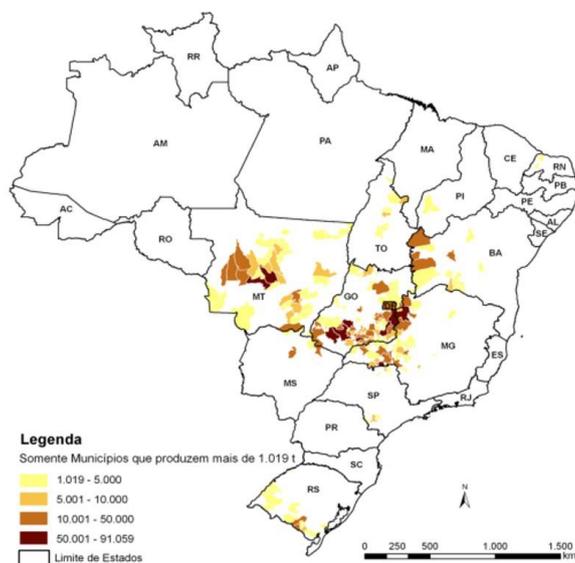


Figura 01 – Mapa de produção agrícola de Sorgo granífero

Fonte: CONAB/IBGE, 2013

O valor nutricional do sorgo granífero, utilizado na alimentação humana, varia bastante entre cultivares, sendo influenciado também pelas condições durante o cultivo (WANISKA, 2000). Os carboidratos correspondem ao principal macronutriente do sorgo, predominantemente, na forma de amido. Seguido dos carboidratos, estão proteínas, polissacarídeos não amiláceos e lipídios (DICKO *et al.*, 2006).

Segundo Dicko *et al.* (2006), a composição do grão de sorgo é de 65 a 80% de carboidratos; 7 a 15% de proteínas; 1,5 a 6% de lipídeos; 1 a 4% de cinzas e umidade entre 8 a 12%, porém estes valores variam de acordo com as condições ambientais. Wanika (2000) obteve o resultado de 1,2% a 6,6% para fibra alimentar. Além do cultivar e das condições de cultivo, a quantidade de lipídios e fibras ainda depende da extensão da remoção do pericarpo e do gérmen nos processos de decorticação, degerminação e moagem dos grãos (QUEIROZ *et al.*, 2009). E, para amido, Wanika (2000) observou valores variando de 55,6% a 75,2%, porcentagens estas de acordo com Rooney; Serna-Saldivar (2003), os quais citam valores entre 50% a 75% de amido. Para o aporte energético Dicko *et al.*, (2006) obteve 356kcal/100g.

Estudo divulgado por Awika *et al.*, (2005) demonstrou que o sorgo integral é também fonte de compostos bioativos, entre eles, taninos, ácidos fenólicos e antocianinas, além de quantidades consideráveis de amido resistente, tocoferóis e tocotrienóis. O sorgo também tem sido investigado quanto à sua composição de vitaminas, principalmente as do complexo B e alguns minerais, como Mg, Fe, Zn e Cu (MEDEIROS *et al.*, 2011). Existem compostos fenólicos em alguns genótipos de sorgo que ainda não têm suas reais funções na planta elucidadas, porém Magalhães e Durães (2003) afirmam que a planta de sorgo produz tais compostos com a finalidade de defesa contra pássaros e patógenos.

Os compostos fenólicos variam desde moléculas simples, como os ácidos fenólicos, até compostos altamente polimerizados, como os taninos. De acordo com Solórzano (2013), os fenólicos estão subdivididos em duas categorias principais: ácidos fenólicos e flavonoides (Figura 02).

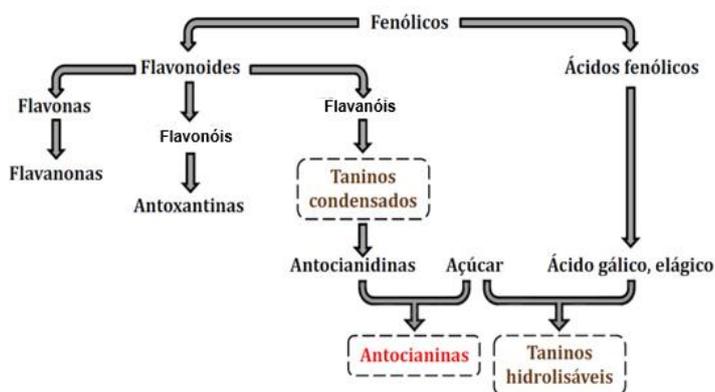


Figura 02 – Divisão dos compostos fenólicos

Fonte: Solórzano, (2013)

Os principais fenólicos observados em sorgo são os derivados do ácido hidrobenzóico e do ácido hidrocínâmico e os flavonóides, que englobam as antocianinas e os taninos, os quais, juntamente com as fibras alimentares, contribuem na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis como as cardiovasculares, diabetes, obesidade e câncer (AWIKA; ROONEY, 2004; BRALLEY *et al.*, 2008; FARRAR *et al.*, 2008; DYKES *et al.*, 2009). Porém, ainda não foram elucidados modelos experimentais que demonstrem sua atuação *in vivo*.

Os taninos são compostos fenólicos hidrossolúveis e podem ser separados em duas categorias, os hidrolisáveis e os condensados. Eles são abundantemente encontrados em frutas, hortaliças, vinho tinto e em grãos, como o sorgo e o milho (CHUNG *et al.*, 1998). Os taninos são associados à diminuição da digestibilidade proteica, portanto, alimentos que os contenham eram indesejáveis nutricionalmente (CHUNG *et al.*, 1998) até que se observou que eles podem ter efeitos benéficos à saúde humana, pois mostraram efeitos anticarcinogênicos, antimutagênicos e propriedades antimicrobianas (CHUNG *et al.*, 1998). Porém, podem ser responsáveis pelo sabor amargo e adstringente de alguns alimentos (DREWNOWSKI; GOMEZ-CARNEROS, 2000), além de alterar a cor e qualidade nutricional (SALUNKHE *et al.*, 1982). Os taninos possuem a habilidade de formar complexos insolúveis em água com proteínas, gelatinas e alcalóides. Tal adstringência se dá devido à precipitação de glucoproteínas salivares, o que ocasiona a perda do poder lubrificante (MONTEIRO *et al.*, 2005).

Os taninos hidrolisáveis consistem em uma molécula de glicose ligada a moléculas de ácido gálico ou ácido elágico, sendo o mais comum o ácido tânico. Já os taninos condensados são polímeros de flavanóis que não são facilmente hidrolisados.

Ahmed *et al.*, (2014) ao avaliarem a influência de diferentes concentrações de fertilizantes nos aspectos nutricionais de cultivares de sorgo, obtiveram uma quantidade de taninos entre 0,18mg a 0,28mg/100g e de fitatos entre 245 e 315mg em 100g, ambas concentrações variaram de acordo com o tratamento de fertilizantes dado.

Os grãos de sorgo tem sido estudado por terem a digestibilidade de amido menor do que outros cereais como o milho (EZEUGU *et al.*, 2005). Os genótipos de sorgo com alto conteúdo fenólico e de taninos estão associados à inibição da interação entre enzima e molécula amilácea. Esta inibição dificulta a digestibilidade, aumentando a quantidade de amido resistente e diminuindo o índice glicêmico de alimentos (LEMLIOGLU-AUSTIN *et al.*, 2012, SILLER, 2006). Amido resistente é considerado um componente alimentar pouco calórico que resiste à hidrólise enzimática advinda da digestão no intestino delgado (SAJILATA *et al.*, 2006). Ele passa por uma fermentação parcial ou completa no cólon, produzindo ácidos graxos de cadeia curta que são benéficos (FERGUSON *et al.*, 2000; HENNINGSSON *et al.*, 2003) e estimula a saúde da microbiota intestinal possuindo potencial prebiótico (VORAGEN, 1998; YOUNG *et al.*; 2004).

A atividade antioxidante elevada de ácidos tânicos em sorgo, além de importante para a promoção de saúde, talvez possa ser utilizada para minimizar ou prevenir a oxidação lipídica em produtos alimentares, mantendo a qualidade nutricional, prolongando a vida de prateleira e também para se ostentar um apelo nutracêutico (GULÇIN *et al.*, 2010).

Tomaz *et al.*, (2009) quantificaram a presença de alguns minerais (Mn, Cr, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Fe, Mg, Ca, P, Al e S) em diferentes genótipos de sorgo. Segundo os autores, os minerais predominantes foram o P, Mg e o S, com concentrações entre 179,59 e 278,48mg/100g de P; 79,02 a 147,84mg/100g de Mg e 66,97 a 100,85mg/100g de S.

Em adição à sua composição nutricional, este cereal não possui glúten, despertando o interesse de pesquisadores e também da indústria em utilizá-los em produtos que possam contribuir positivamente no ramo de alimentação humana, principalmente para pessoas portadoras de qualquer sensibilidade ao glúten.

Segundo Rooney (2001), é possível confeccionar produtos alimentícios de boa qualidade a partir do sorgo, contanto que sejam de cultivares com boas características tecnológicas. Os genótipos brancos permitem a obtenção de uma farinha branca útil na produção de alimentos por se assemelhar às outras farinhas de coloração branca e também por não ter sabor forte, sendo preferível ao invés do milho por estas

características (WANISKA; ROONEY, 2002). Já as genótipos com pericarpo vermelho ou preto e que possuem tanino podem ser vantajosas em produtos voltados para o mercado de produtos saudáveis ou em países onde pães escuros são comuns como, por exemplo, na Alemanha. A coloração escura pode ser aceitável também em bolos de chocolate, cookies e muffins. Porém, não se pode assumir que um grão inteiro que tenha cor escura necessariamente vá prover uma farinha de mesma tonalidade escura, uma vez que esta característica depende da coloração do pericarpo e do endosperma, além da pigmentação ou não da testa, grau de moagem e pH do alimento (BRANNAN *et al.*, 2001; ROONEY, 1996).

Em países como Japão e Estados Unidos, a farinha de sorgo branco tem sido utilizada na produção de "snacks" expandidos, biscoitos e alimentos étnicos (ROONEY, 2001), alimentos estes que, em condições normais, levariam farinha de trigo em sua composição. Há pesquisas envolvendo o uso de sorgo na fabricação de pães (OLIVEIRA, 2016; ONYANGO *et al.*, 2011), cookies (QUEIROZ *et al.*, 2012) e massas alimentícias (FERREIRA *et al.*, 2015; KHAN *et al.*, 2013), porém estes produtos ainda não são encontrados para comercialização. Queiroz *et al.* (2012) desenvolveram uma barra de cereais com pipoca de sorgo, a qual foi aprovada sensorialmente pelos provadores.

Já Suhendro *et al.*, (2000) desenvolveram uma massa alimentícia do tipo "noodles" a partir de farinha de sorgo, água e sal, porém ela não foi avaliada sensorialmente, apenas pela suas características de cozimento, as quais não foram satisfatórias devido à pegajosidade apresentada pelas massas desenvolvidas.

González (2005) desenvolveu extrusados de características sensoriais agradáveis, tanto para grãos de pericarpo branco (sem tanino) como para marrom (com tanino), integrais ou decorticados. No mesmo trabalho, concluiu que o tanino possibilitaria agregar valor ao produto final, em virtude da alegação de propriedades antioxidantes. Além da aparência marrom-avermelhada ser uma vantagem em produtos especiais, pois apresentariam coloração mais escura sem a necessidade de adição de corantes.

A procura por informações sobre o potencial do sorgo na alimentação vem crescendo por parte da indústria alimentícia, principalmente por empresas que

comercializam produtos sem glúten. Acredita-se que a maior divulgação das informações sobre as propriedades benéficas do cereal impulsionará seu uso na alimentação humana, assim como ocorreu com a soja alguns anos atrás.

3.3. Alimentos para fins especiais

Existe hoje um número crescente de consumidores preocupados com a saúde, com alimentação saudável e com padrões estéticos pré-estabelecidos. Estes consumidores ocasionaram um grande crescimento no setor de alimentos para fins especiais, contando hoje com cerca de 300 milhões entre aqueles que possuem alguma enfermidade e necessitam consumir esse tipo de produto (diabéticos, hipertensos, obesos, celíacos entre outros) e aqueles que buscam manter a forma e a boa condição física. Observa-se a tendência crescente do consumo destes produtos devido, não só ao interesse maior por parte dos consumidores quanto à boa alimentação e saúde, (GOMES *et al.*, 2007; CÂNDIDO, 1996), mas, também, pelo diagnóstico mais preciso de doenças que anteriormente não eram conhecidas ou que não tinham tanta repercussão.

Segundo a ANVISA (1998), alimentos para fins especiais são “alimentos especialmente formulados ou processados, nos quais se introduzem modificações no conteúdo de nutrientes, adequados à utilização em dietas diferenciadas e/ou opcionais, atendendo às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas.

Estes alimentos podem ser classificados em:

- Alimentos para dietas com restrição de nutrientes (carboidratos, gorduras, proteínas, sódio e outros alimentos destinados a fins específicos)
- Alimentos para ingestão controlada de nutrientes: Alimentos para controle de peso para praticantes de atividade física, para dietas de nutrição enteral, para dietas de ingestão controlada de açúcares e outros alimentos destinados a fins específicos;
- Alimentos para grupos populacionais específicos: Alimentos de transição para lactentes e crianças de primeira infância, alimentos para gestantes e nutrizes, alimentos

à base de cereais para alimentação infantil, fórmulas infantis, alimentos para idosos e outros alimentos destinados aos demais grupos populacionais específicos.”

Os alimentos voltados para pessoas que possuam reações adversas ao glúten (doença celíaca, alergia ao glúten ou ao trigo e sensibilidade ao glúten) se enquadram dentro dos alimentos para fins especiais, uma vez que estes pacientes necessitam de produtos que não possuam glúten, proteína esta encontrada em cereais como trigo, cevada, centeio e aveia (VELÁZQUEZ *et al.*, 2011). Este último alimento citado ainda é controverso quando se fala de glúten, pois alguns estudos relatam que a aveia é segura de ser consumida como alimento sem glúten, porém outros alegam que produtos contendo apenas aveia podem ser contaminados com trigo e cevada durante a colheita e moagem (HERNANDO *et al.*, 2006; KOERNER *et al.*, 2011).

A doença celíaca, a mais estudada dentre as doenças advindas pelo consumo de glúten, é uma condição autoimune ocasionada por uma desordem no intestino delgado, na qual ocorrem danos à mucosa, causada pela ingestão da proteína. Os fragmentos polipeptídicos do glúten são denominados de prolaminas e diferem de acordo com o tipo de cereal: gliadina no trigo, secalina no centeio, hordeína na cevada e avenina na aveia (GALLAGHER *et al.*, 2004; NIEWINSKI, 2008; SDEPANIAN *et al.*, 1999).

O único método eficiente de tratamento para estas enfermidades é banir qualquer alimento que contenha tais cereais da alimentação (BRAR *et al.*, 2006; KORUS *et al.*, 2009). Alguns estudos sugerem que a incidência desta doença está crescendo e, atualmente, afeta entre 0,3% a 1% da população mundial (SEGURA; ROSELL, 2011; LUDVIGSSON; GREEN, 2011). A ascensão desta anormalidade tem despertado o interesse da indústria em aumentar a gama de produtos para tais consumidores. Porém, de acordo com Phimolsiripol *et al.* (2012), muitos produtos sem glúten disponíveis no mercado possuem qualidade nutricional insatisfatória, uma vez que eles normalmente são produzidos a partir de amidos refinados, podendo ocasionar o aumento de deficiências nutricionais (ROBINS *et al.*, 2008).

Segundo KELLY *et al.*, (2008), o segmento de produtos sem glúten é claramente uma categoria especializada de alimentos e possui alguns fatores únicos, incluindo:

- O mercado é cativo, ou seja, os celíacos estão sempre em busca de produtos sem glúten.

- Mercado consumidor em crescimento conforme os indivíduos são diagnosticados com a doença.
- Gama de produtos limitada em muitos países, com muitas opções de inovação
- Muitos produtos são vistos por consumidores como de qualidade inferior, principalmente sensorialmente quando comparados aos tradicionais
- Preços acima dos tradicionais

No mercado brasileiro ainda há poucas opções de produtos industrializados sem glúten fabricados no Brasil e, quando encontrados, são caros e, muitas vezes, insatisfatórios sensorialmente. Por isso a maioria das preparações entre biscoitos, bolos, pães e massas é caseira, demandando tempo e dedicação para o preparo (SIMÕES, 2009). De acordo com uma pesquisa realizada pela Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA), os produtos que os celíacos gostariam de encontrar com mais frequência seriam pães (47%), seguidos de massas alimentícias (21%) e biscoitos (21%), e pizza (11%) (ACELBRA, 2015). Com o crescimento da divulgação de informações e diagnósticos da doença, esforços tem sido feitos para aprimorar os produtos para este nicho, tecnologicamente, nutricionalmente e sensorialmente, por exemplo, com o uso de *psyllium* em substituição ao glúten em preparações muito procuradas por celíacos, sendo elas pão, pizza, bolo, biscoito e macarrão (ZANDONADI *et al.*, 2009). Ou ainda, a obtenção de uma massa alimentícia a partir de farinha de banana verde, trabalho este desenvolvido também por Zandonadi *et al.* (2012).

3.4. Massas Alimentícias

As massas alimentícias estão incorporadas à culinária brasileira, sendo como prato principal quando adicionadas de fonte protéica ou guarnição, com alto índice de aceitabilidade (MENEGASSI; LEONEL, 2005). O Brasil é o terceiro maior produtor e consumidor do mundo, depois da Itália e dos Estados Unidos (Tabela 02). Em volume, isso significa que os brasileiros produziram 1 milhão e 300mil toneladas e consumiram

aproximadamente 1 milhão e 200 mil toneladas de massas no ano de 2011 (IPO, 2012), registrando faturamento de R\$2,1 bilhões apenas no Brasil, sendo o consumo per capita anual de 4,73kg de macarrão (IBGE, 2011).

Tabela 02 – Consumo de massas alimentícias em diversos países

Consumo (Toneladas)	
	Estados Unidos 2.700.000
	Itália 1.549.846
País	Brasil 1.195.000
	Rússia 1.128.188
	Alemanha 650.000
	França 510.008

Fonte: IPO, 2012

Segundo a legislação brasileira em vigor, as massas alimentícias são produtos obtidos da farinha de trigo (*Triticum aestivum L.*) e/ou de outras espécies do gênero *Triticum* e/ou derivados de trigo durum (*Triticum durum L.*) e/ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e/ou tubérculos, resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação (ANVISA, 2005). No Brasil, as massas alimentícias são produzidas com a farinha de trigo *T. aestivum*, farinha esta adequada à panificação. Para melhorar a qualidade do produto, pode-se adicionar ovo, conferindo assim cor, melhorando a elasticidade, diminuindo a quantidade de resíduo na água e aumentando o valor nutricional (ORMENESE *et al.*, 2004). Pode-se adicionar, ainda, semolina de trigo durum à formulação da massa, matéria prima esta apropriada para a confecção de macarrão, porém não cultivada no Brasil e de custo mais alto (CHANG; FLORES, 2004).

Com a orientação do Food and Drug Administration (FDA) quanto ao enriquecimento de massas com ingredientes não provenientes do trigo, aumentou-se muito as pesquisas para melhorá-las nutricionalmente e otimizar os níveis de adição de tais ingredientes às massas através de métodos instrumentais e análise sensorial (KHAN *et al.*, 2014). Incentiva-se, assim, o desenvolvimento de novos tipos de massas a partir

de cereais diferentes do trigo, não apenas pelo custo menor, mas principalmente, por permitir o uso de outros cereais largamente disponíveis e não adequadamente utilizados como o arroz, o milho, o sorgo, entre outros (PAGANI *et al.*, 1981).

A semolina ainda é considerada a matéria prima mais adequada para a fabricação de massas no âmbito tecnológico, pois o glúten presente nela fornece características como extensibilidade e resistência ao alongamento à massa e capacidade de retenção de gases (GALLAGHER *et al.*, 2004). Massas alimentícias de fontes não convencionais podem ser obtidas a partir da melhor utilização de tecnologias que explorem as propriedades funcionais da matéria prima como o amido ou pela adição de farinhas ricas em proteínas, que são capazes de formar uma estrutura semelhante à do glúten (MENEGASSI; LEONEL, 2006; ORMENESE ; CHANG, 2002) ou ainda pelo uso de aditivos que reagem com as proteínas da matéria prima, tornando sua reticulação mais fácil ou ainda outros que agem no amido, evitando a pegajosidade da massa durante o cozimento (ORMENESE; CHANG, 2002).

A qualidade de uma massa depende da qualidade da farinha e também da água utilizada em sua fabricação, além da eficiência da secagem e conservação do produto pronto. Ela pode ser avaliada pela aparência, cor e qualidade de cozimento, porém, não há uma padronização para estes indicadores, subjetivando, assim, o que seria de fato uma massa de boa qualidade (DONNELLY, 1991). A qualidade pode ser avaliada durante o cozimento através da absorção de água, pelo aumento de volume, pelo tempo de cozimento e perda de sólidos solúveis. A absorção de água é a medida da capacidade da massa de absorver água durante o cozimento e deve resultar 3 vezes o peso do macarrão seco (DONNELLY, 1991). Já a perda de sólidos solúveis é a porcentagem de sólidos perdidos na água de cozimento. Porém, segundo Ormenese; Chang (2002), a melhor maneira de avaliar a qualidade de cozimento de massas é por meio da avaliação sensorial das mesmas.

Giménez *et al.*, (2014), ao trabalharem com massa alimentícia sem glúten a base de milho andino, utilizaram a escala hedônica de 9 pontos para aceitabilidade e a técnica CATA (*Check all that apply*) para comparar as massas de milho com outras feitas de arroz e trigo por pessoas celíacas e não celíacas. As massas sem glúten não obtiveram

boa aceitabilidade entre os grupos, porém as médias obtidas foram maiores para o grupo de avaliadores celíacos.

Zandonadi *et al.*, (2012) ao elaborarem massa alimentícia de banana verde utilizaram a escala hedônica de 9 pontos para avaliar a aceitabilidade de pessoas portadoras e não portadoras de doença celíaca para diversas formulações: trigo, banana verde, banana verde com farinha de arroz e banana verde com fécula de batata. A aceitabilidade delas apenas diferiu estatisticamente quanto a textura para a massa de trigo. Os demais atributos aparência global, sabor, odor, qualidade global e textura não diferiram e foram bem aceitos tanto para celíacos quanto para não celíacos.

Ferreira *et al.*, (2009), ao trabalharem com produção de cookies sem glúten a partir de farinha do sorgo, realizaram teste sensorial ADQ (Análise Descritiva Quantitativa) com uma equipe de 12 provadores selecionados e treinados, obtendo resultado significativo estatisticamente para os atributos cor e aroma e não significativo para os demais (sabor, tamanho, volume, aparência, dureza, arenosidade, mastigabilidade, crocância, doçura, sabor de chocolate, amargor residual e qualidade global) ao compará-las a cookies comerciais, indicando proximidade de qualidade sensorial entre eles. No mesmo estudo foi realizada a aceitação de cookies à base de sorgo com avaliadores celíacos e não celíacos e eles obtiveram notas de aceitabilidade satisfatórias para os dois grupos.

Ferreira *et al.* (2015) desenvolveram massas alimentícias extrusadas com diversas porcentagens de farinha de sorgo branco sem tanino associada à farinha de arroz, amido de milho e fécula de batata. Embora as formulações de maior proporção de farinha de sorgo não tenham sido bem avaliadas sensorialmente através de uma escala semi estruturada, nutricionalmente elas se destacaram. Este estudo foi realizado com avaliadores treinados e não celíacos, o que pode ter contribuído para que as notas obtidas pela massa alimentícia sem glúten não tenham sido tão favoráveis.

A crescente exigência e expectativa dos consumidores quanto à fabricação e o desenvolvimento de produtos de fontes inexploradas e nutricionalmente ricas torna o mercado cada vez mais competitivo e esta competitividade tem feito com que as indústrias invistam na pesquisa e desenvolvimento de produtos (WILLE *et al.*, 2004) de fontes alternativas para diversificar os fitoquímicos ingeridos, uma vez que a proteção

antioxidante mais eficaz se dá quando uma maior variedade de fontes antioxidantes são adicionadas à dieta (ADOM; LIU, 2002).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo experimental é de caráter exploratório e quantitativo, subdividido em três etapas, a primeira foi a elaboração de uma receita única de massa alimentícia, ocorrida no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Saúde (FS) da UnB, para os seis genótipos de sorgo com teores diferentes de antioxidantes, a segunda consistiu nas análises químicas, as quais ocorreram no Laboratório de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas (IB) e Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Católica de Brasília (UCB); e a terceira etapa constituiu de análise sensorial de aceitação e de qualidade das massas, desenvolvidas no Laboratório de Técnica Dietética da Faculdade de Saúde (FS) da UnB.

Cinco das seis farinhas utilizadas neste projeto foram cedidas pela Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas – MG, e os demais ingredientes, tais como, a farinha comercial de sorgo, a farinha de arroz, a fécula de batata, os ovos e o *psyllium* foram adquiridos em lojas de varejo do comércio da cidade de Brasília, DF.

Os seis genótipos e suas respectivas características são as observadas no quadro 01:

Quadro 01. Genótipos de sorgo e principais características das farinhas de sorgo utilizadas para obtenção de massas alimentícias

COMERCIAL	CMSXS 180	BRS 332	BRS 330	1167048	BR 305
Pericarpo branco sem testa	Pericarpo branco sem testa	Pericarpo bronze sem testa	Pericarpo bronze sem testa	Pericarpo Marrom com testa	Pericarpo marrom com testa
pigmentada (taninos)	pigmentada (taninos)	pigmentada (taninos)	pigmentada (taninos)	pigmentada (taninos)	pigmentada (taninos)

4.1. Elaboração e Caracterização de massas alimentícias

A receita desenvolvida encontra-se na Tabela 03 e foi adaptada da receita desenvolvida por Zandonadi (2009), na qual não se utilizou farinha de sorgo em sua

composição. Outras receitas foram testadas, como a de Egatira *et al.*, (1986) e Ferreira *et al.* (2015), porém, para a matéria prima e equipamento utilizados, elas não obtiveram resultados tão satisfatórios quanto a de Zandonadi (2006). Foram testados também diversas quantidades de farinha de sorgo (100%, 75%, 50%, 25% em relação ao total de farinhas), porém as massas de 100% de farinha de sorgo e 75% não formaram uma massa com características favoráveis para a sua abertura e modelagem no formato de talharim no equipamento disponível.

Os pré-testes e a elaboração das massas ocorreram no Laboratório de Técnica Dietética da FS, utilizando uma balança de precisão. Para a abertura e a modelagem da massa foi utilizada uma máquina para massas manual Cusinart.

Tabela 03 – Ingredientes da Massa Alimentícia com diferentes tipos de farinha de sorgo utilizada no trabalho.

Ingredientes	Quantidade (100g de massa)
Farinha de Sorgo	24,4 g
Farinha de Arroz	12,2 g
Fécula de Batata	12,2 g
Clara de ovo	34 g
Psyllium	5,8g
Água	± 10g

Fonte: adaptação de ZANDONADI, 2006

Para cada massa alimentícia, os ingredientes secos foram adicionados a uma batedeira e misturados por 5 minutos em baixa rotação, depois adicionou-se as claras de ovo e a água. A massa foi amassada com um rolo manual e deixada para descansar por 10min. Após esse período, elas foram dobradas e passadas em uma máquina de massas caseira (Cuisinart) e, posteriormente, utilizando a mesma máquina, cortadas no formato de talharim com 15cm de comprimento e 0,5cm de largura. Após o corte, foram acondicionadas em bandejas (Figura 3). Uma parte das amostras foi liofilizada e armazenada em freezer a -80°C para as análises químicas e outra parte foi armazenada por 2 dias em geladeira com destinação à análise sensorial ainda fresca. As massas foram avaliadas em relação à amilose, amido resistente, fenólicos totais, taninos,

atividade antioxidante FRAP e DPPH e também quanto às suas características de cozimento, sendo analisados tempo de cozimento, índice de absorção, aumento de volume e perda de sólidos solúveis. As seis massas desenvolvidas também foram analisadas sensorialmente através da aceitação com 121 avaliadores.



Figura 03 – Massas alimentícias dos 6 genótipos de sorgo

Fonte: Acervo pessoal

Para o cálculo da composição centesimal das massas utilizou-se os resultados das análises destas mesmas farinhas de sorgo obtidos por Oliveira (2016) e os dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) e da Tabela Brasileira de

Composição de Alimentos (TBCA – USP) (s.d.), para ingredientes como farinha de arroz, fécula de batata e claras de ovos na formulação das massas alimentícias que não foram objetivo do estudo de Oliveira (2016).

Todas as análises químicas e de cozimento foram realizadas com a massa cozida. Portanto, os resultados correspondem às massas já cozidas.

4.2. Análises Químicas das massas

4.2.1. Análise do Teor de Amido Resistente, Amido Solúvel e Amido Total das massas alimentícias (ANEXO 01)

A determinação do amido resistente foi realizada segundo a metodologia da AOAC, Method 2002.02 (McCLEARY; MONAGHAN, 2002) por meio do kit Megazyme. O princípio do método consiste nas amostras incubadas com α -amilase pancreática e amiloglicosidase (AMG) por 16 h a 37°C, em banho com agitação. Durante este tempo o amido não resistente é solubilizado e hidrolisado em D-glicose pela ação das duas enzimas combinadas. A reação é finalizada com a adição de um mesmo volume de etanol e os grânulos de amido resistente são recuperados por centrifugação, lavados duas vezes com etanol (50%), seguido de centrifugação. O líquido livre é removido pela decantação. O amido resistente no grânulo é dissolvido em KOH 2M através de agitação vigorosa em banho gelado com agitador magnético. A solução é neutralizada com tampão acetato e o amido é quantitativamente hidrolisado a glicose com a AMG. A quantidade de D-glicose é medida com o reagente glicose oxidase/peroxidase (GOPOD) e esta é a determinação do amido resistente contido na amostra. O amido não resistente (amido solubilizado) é determinado com os acúmulos de sobrenadantes e das lavagens ao ajustar o volume para 100 mL e através da medição do conteúdo de Dglicose com GOPOD.

4.2.2. Análise do Teor de Amilose das massas alimentícias (ANEXO 02)

O teor de amilose/amilopectina foi determinado utilizando-se o kit K-AMYL 09/14 da Megazyme (Ireland) segundo princípio do dimetilsulfóxido (DMSO). As

amostras tiveram seu teor de amilose determinado enzimaticamente e analisada usando o reagente glucose/peroxidase (GOPOD). O amido total foi determinado em uma alíquota separada. A concentração de amilose foi estimada como a relação da absorbância a 510nm do (GOPOD), do sobrenadante da amostra, para a amostra total de amido.

4.2.3. Preparo de extrato para análises de Compostos Fenólicos, Taninos e Atividade Antioxidante por FRAP e DPPH das massas alimentícias (ANEXO 03)

O preparo dos extratos seguiu o protocolo adaptado do método desenvolvido por Singleton; Rossi (1965). Pesou-se 1g de amostra (previamente liofilizada e triturada) de cada macarrão em triplicata em um falcon de 15 mL. Adicionou-se então 10 mL de metanol 70% acidificado com 1% HCl e agitado por 2horas em mesa agitadora. Após agitação, as amostras foram deixadas em repouso por 12horas.

Passadas as 12horas, as amostras foram centrifugadas a 4000 rpm por 15 minutos e o sobrenadante recolhido em falcon de 50ml.

Foram realizadas 4 extrações, sendo 2 de metanol 70% acidificado com 1% HCL (1 adição de 10ml e outra de 2,5ml) e 2 extrações com acetona 70% (1 adição de 10ml e outra de 2,5ml). O volume coletado foi então avolumado com água destilada em balão volumétrico de 25ml e filtrado com lã de vidro. O acondicionamento das amostras foi em vidro âmbar de 50ml. Os extratos foram mantidos sob congelamento até o momento das análises.

O preparo dos extratos e as análises foram realizadas ao abrigo da luz.

4.2.4. Análise de Compostos Fenólicos Totais das massas alimentícias (ANEXO 04)

O teor de compostos fenólicos totais foi analisado pelo método Folin-Ciocalteu de acordo com o descrito por Lurrari *et al.* (1997). A amostra será diluída de acordo com testes prévios, nos quais massas que apresentem maior quantidade de fenólicos terão maior diluição, enquanto outras serão realizadas sem diluição. Foram pipetados 1mL de cada extrato em triplicata, adicionados de 1mL da solução Folin. Após um

minuto, foram adicionados 2mL de carbonato de sódio 20% e 2mL de água destilada. Após 30 minutos, a leitura da absorbância foi realizada a 700nm.

4.2.5. Análise de Taninos totais das massas alimentícias (ANEXO 05)

A análise de Taninos foi realizada de acordo com o Método DMAC desenvolvido por Prior *et al.* (2010), no qual foram pipetados 70 µL de cada extrato e adicionados 210 µL do reagente DMAC na microplaca de poliestireno com 96 cavidades.

Após pipetada, a microplaca foi instalada no espectrofotômetro de placas e, após 25 minutos, a leitura foi realizada a 630 nm.

4.2.6. Análise de Atividade antioxidante por DPPH das massas alimentícias (ANEXO 06)

A atividade antioxidante foi determinada utilizando o método (DPPH) descrito por BRAND-WILLIAMS *et al.*, (1995) e modificado por SANCHEZ-MORENO *et al.* (1998). Este método se baseia na redução da absorbância medida a 515nm do radical DPPH por antioxidantes. Adicionou-se 0,1mL de amostra, depois 3,9mL da solução DPPH e realizou-se a leitura da absorbância a 515nm.

Para DPPH, quanto maior o valor de DPPH, menor será a quantidade de fenólicos totais, uma vez que a atividade antioxidante por DPPH é inversamente proporcional à quantidade de fenólicos na massa.

4.2.7. Atividade antioxidante por FRAP (ANEXO 07)

O método utilizado para a determinação da atividade antioxidante por FRAP foi a de PULIDO *et al.* (2000), no qual transfere-se uma alíquota de 90µL de cada extrato para tubos de ensaio em 3 diluições consecutivas. Neste estudo foram utilizadas as concentrações de amostra de 100%, 75%, 50%, 25% e 12,5%, de acordo com testes prévios. Acrescentou-se então 270µL de água destilada e 2,7mL de reagente FRAP. Os tubos de ensaio foram então colocados em banho maria a 37°C por 30 minutos. Passado o período, realizou-se a leitura a 595nm.

4.3. Propriedades das Massas

4.3.1. Tempo de Cozimento das Massas Alimentícias

As massas foram submetidas ao teste de cozimento, segundo o método 16-50 da AACC (1995). Após a definição do tempo de cozimento em minutos, as amostras foram avaliadas no tempo ideal de cocção quanto ao aumento de peso (%), aumento de volume (%) e perda de sólidos solúveis (%) na água de cocção.

O tempo de cocção das massas foi determinado pela cocção de 10g de amostra em 140ml de água destilada em ebulição até atingir o tempo de cozimento, o qual é caracterizado pela gelatinização do amido em toda seção da massa. Este ponto foi determinado pela compressão do produto cozido entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixo central, a cada minuto, após 5 minutos de cozimento.

4.3.2. Aumento de peso (Índice de absorção) das massas alimentícias

O aumento de peso das massas foi determinado pela diferença de peso da amostra crua (10g de massa fresca) e após cozimento no tempo ideal. Os valores foram expressos pelo Índice de absorção segundo Araújo *et al.* (2014).

4.3.3. Aumento de volume (mL) das massas alimentícias

O aumento de volume das massas também foi determinado antes e após o cozimento. As amostras foram imersas em 140ml de hexano, medindo-se então o volume de hexano deslocado pela massa crua e cozida (AACC, 1995).

4.3.4. Perda de sólidos solúveis (%) em água das massas alimentícias

A perda de sólidos solúveis ou resíduo na água de cozimento foi determinada utilizando a água de cozimento de cada amostra, a qual foi avolumada para 50mL e evaporada em estufa a 100°C até atingir peso constante. O resíduo foi então pesado e relatado como porcentagem das amostras originais da massa, de acordo como método 66-55 da AACC (1995).

4.4. Análise Sensorial das massas alimentícias

Foram recrutados 125 avaliadores não treinados, consumidores regulares de massas alimentícias e que possuíam disponibilidade e interesse em participar. Desse total, 4 foram excluídos da amostra por atender os requisitos de exclusão do presente trabalho. A análise consistiu em 1 sessão apenas e ela foi realizada no Laboratório de Técnica Dietética da UnB.

Foram entregues termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 01), o qual foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade de Brasília. O projeto foi aprovado pelo CEP sob o parecer de número 1.331.651 (aprovado em novembro de 2015 – ANEXO 08). Também foram dadas as seis fichas de aceitação das massas alimentícias (Figura 04) e um questionário para cada avaliador (APÊNDICE 02).

Através do questionário foi possível classificar os avaliadores quanto ao sexo (Feminino/Masculino), idade (menor de 25 anos/ Maior de 25), presença de alergia à alimentos (Sim/Não), Apreciação de massas (Sim/Não), Consumo de massas (HU – High user – uma ou mais vezes por mês/ LU – low user – menos de uma vez por mês) e consumo de massas sem glúten (HU – High user – uma ou mais vezes por mês/LU – low user- menos de uma vez por mês).

As amostras foram entregues aos provadores de forma monádica e respeitando a aleatorização previamente estipulada. As amostras, após cozidas em tempo ideal de 15min, foram porcionadas em 15g cada e entregues em embalagem descartável branca, codificadas e acompanhadas de um copo de café contendo 20mL de molho de tomate, um copo de 150mL para descarte e outro com água, guardanapo e garfo plástico. As massas foram servidas a 65°C e o molho a 70°C. A temperatura do Laboratório no dia da análise sensorial era de 25°C.

O molho de tomate foi elaborado para a pesquisa no Laboratório de Técnica Dietética contendo os seguintes ingredientes e quantidades: Passata de tomate 690g, água filtrada (proporção 1 de passata: 2 de água), 1,5% de sal e um bouquet garni de manjeriço e salsa. O molho foi mexido e aquecido até que o centro atingisse 70°C, temperatura esta estabelecida para a distribuição do mesmo para os avaliadores.

4.4.1. Aceitabilidade das massas alimentícias

As massas foram avaliadas sensorialmente quanto à aceitação global, aroma, sabor e cor utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos (Figura 04), que teve como âncoras o "desgostei muitíssimo" e "gostei muitíssimo". Os avaliadores preencheram uma ficha para cada amostra. Para participar, o avaliador deveria consumir massa alimentícia, mesmo que com baixa frequência e não apresentar alergia aos ingredientes da massa (farinha de sorgo, farinha de arroz, fécula de batata, clara de ovo e psyllium). Caso não houvesse o consumo ou houvesse manifestação de alergia, o avaliador era excluído da amostra.

FICHA DE TESTE DE ACEITAÇÃO
Massa Alimentícia com sorgo

Nome: _____		Data: ___/___/___	
Por favor, prove a amostra à sua frente e a avalie utilizando as escalas abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do macarrão. Beba água antes da degustação.			
Código da amostra: _____			
9 – Gostei extremamente	Impressão global	_____	
8 – Gostei muito	Aroma	_____	
7 – Gostei moderadamente	Sabor	_____	
6 – Gostei ligeiramente	Cor	_____	
5 – Nem gostei/nem desgostei			
4 – Desgostei ligeiramente			
3 – Desgostei moderadamente			
2 – Desgostei muito			
1 – Desgostei extremamente			
Comentários: _____			

Figura 04 - Ficha de teste de aceitabilidade das massas alimentícias de sorgo por escala hedônica de 9 pontos.

Os resultados da aceitação foram expressados em médias dos avaliadores, análise de cluster e porcentagem de aceitação, indiferença e rejeição. Para o cálculo de médias e cluster, utilizou-se o programa XLSTAT Versão 2011.2.08. Para as porcentagens utilizou-se a somatória de indivíduos que se encaixavam em cada categoria. Para aceitação, somou-se o número de indivíduos que avaliaram as amostras com notas de 6-9 (gostei ligeiramente-gostei extremamente) para cada atributo, para indiferença somou-se aqueles que avaliaram com nota 5 (nem gostei e nem desgostei) e

para rejeição aqueles que avaliaram com notas entre 1-4 (desgostei extremamente e desgostei ligeiramente).

4.5. Análise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram obtidos pela análise da ANOVA ($p < 0,05$) das médias das triplicatas para cada tratamento. Os dados sensoriais foram avaliados por análise de variância ANOVA com teste de Tukey ($p < 0,05$). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados e as variáveis avaliadas foram impressão global, cor, aroma e sabor. A partir dos dados, realizou-se análise de clusters.

Todas as análises estatísticas realizadas foram obtidas pelo programa XLSTAT Versão 2011.2.08.

4.5.1. Análise Multivariada

A partir dos dados da análise sensorial foi possível obter uma análise multivariada dos dados no programa XLSTAT Versão 2011.2.08.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A possibilidade da utilização de uma matéria prima rica, porém pouco comum em formulações de massas alimentícias motivou o desenvolvimento deste trabalho. Além de proporcionar um produto isento de glúten para adeptos de dietas com restrição à essa proteína, também é uma opção a ser considerada na alimentação da população em geral.

5.1. Composição centesimal das massas alimentícias

Na tabela 04 constam as composições nutricionais das massas em 100 g de produto cru produzidas com os cinco genótipos de sorgo e a farinha comercial.

Tabela 04 - Composição nutricional de massas com diferentes farinhas de sorgo em 100g do produto cru.

Massas com diferentes tipos de Sorgo	Energia (kcal/100g)	Carboidratos (g/100g)	Proteína (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Fibras (g/100g)	Cinzas (g/100g)
COMERCIAL ₁	317	71	6,4	0,90	9,1	1,3
CMSXS 180 ¹	319	70	6,3	1,4	9,4	1,2
BRS 332 ²	317	70	6,5	1,1	9,3	1,3
BRS 330 ²	316	70	6,5	1,00	9,6	1,3
1167048 ³	315	70	6,2	1,1	9,9	1,3
BR 305 ³	309	69	6,5	0,75	10,9	1,4

O aporte energético variou de 309 a 319kcal/100g, o teor de carboidrato variou de 69 g a 71g, o de proteína de 6,2 g a 6,5g, o de lipídeos de 0,9 g a 1,4g, o de fibras alimentícias de 9,1g a 10,9 g e o de cinzas de 1,2 g a 1,3 g. De acordo com Zandonadi (2006), massas alimentícias são caracterizadas por baixa quantidade de lipídeos, grande quantidade de carboidratos (aproximadamente 75%) e moderada concentração de

¹ Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

² Pericarpo bronze sem testa pigmentada (taninos)

³ Pericarpo marrom com testa pigmentada (taninos)

proteína. As massas desenvolvidas neste estudo apresentaram teor de carboidratos abaixo dos 75%, mas apresentaram reduzido teor lipídico.

Ferreira *et al.* (2015) também trabalharam com massa alimentícia de sorgo (SI 032043¹) e obtiveram valores próximos aos obtidos por este estudo. A receita utilizada por eles diferiu ao utilizar óleo, o que pode explicar a maior quantidade de lipídeos (4,46g/100g da massa crua) e energia (378,38kcal/100g da massa crua). Quanto aos carboidratos, os valores foram próximos (74,98g/100g da massa crua) e o de cinzas também (0,9g/100g da massa crua). E, para proteínas, a quantidade de Ferreira *et al.* (2015) foi superior (8,85% da massa crua) e pode ser explicado pelo uso do ovo inteiro ao invés de somente a clara. Ferreira *et al.* (2015) não apresentaram resultados de fibras alimentares, porém, acredita-se que os resultados seriam diferentes, pois o presente estudo utilizou *psyllium* em sua composição, fibra extraída da casca da semente de *Plantago ovata*.

Zandonadi (2006) desenvolveu massa alimentícia sem glúten através da substituição da farinha de trigo por uma combinação de creme de arroz, fécula de batata e *psyllium*. A autora obteve aporte calórico de 224kcal (100g de produto cru), valor este inferior ao obtido pelo presente estudo. Para carboidratos e lipídeos, os valores foram consideravelmente mais baixos (48,8g/100g de produto cru) e (0,65g/100g de produto cru), respectivamente, porém para proteínas (5,58g/100g de produto cru), não houve grande diferença. Os valores de fibras alimentares e cinzas não foram analisados por Zandonadi (2006). O presente trabalho foi uma adaptação da receita de Zandonadi (2006), por isso, considera-se que as diferenças encontradas advenham do uso da farinha de sorgo.

Fognoli;Seravalli (2014) desenvolveram massa alimentícia de trigo com adição de 5% de farinha de macarujá com o objetivo de aumentar o teor de fibras alimentares do produto e obtiveram resultado de 10,44g/100g de produto cru. Este valor é próximo ao encontrado pelo presente estudo, portanto a adição de *psyllium* e o uso de sorgo em alimentos se torna interessante. As farinhas de sorgo utilizadas apresentaram quantidade de fibras alimentares variando de 12,4g a 19,8g/100g de farinha. Portanto, no

¹ SI 032043 – Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

produto pronto, elas contribuíram com 3g a 4,8g de fibras em 100g de produto fresco cru.

Segundo a portaria nº27 da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), um alimento pode ser considerado fonte de fibra alimentar quando o produto pronto apresenta 3g de fibra para cada 100g de preparação. E, se apresentar o dobro deste conteúdo, é considerado um alimento com elevado teor de fibra alimentar (BRASIL, 1998). Ou seja, todas as massas alimentícias desenvolvidas com as farinhas de sorgo são consideradas alimentos fontes de fibra alimentar. Considerando que a legislação preconiza 100g de preparação pronta para consumo, as massas alimentícias do presente trabalho apresentaram quantidade de fibra alimentar variando de 3,00-3,15g/100g de produto cozido.

Minguita (2013), ao trabalhar com massa alimentícia de farinha de trigo fortificada com farinha de feijão e arroz, obteve valor médio do aporte energético de 370kcal/100g de produto cru (17,5% a mais considerando a média das 6 massas deste estudo), quantidade de carboidrato próximo de 72g/100g de produto cru, proteína superior com 14g/100g de produto cru (46% a mais), lipídeos 2,9g/100g de produto cru (179% a mais considerando a média das 6 massas) e cinzas 0,67g de produto cru (51% a menos considerando a média das 6 massas). Assim, as massas à base de sorgo são semelhantes às de trigo quanto ao teor de carboidratos, mas como apresentam menos proteína em função da não presença do glúten, poderão apresentar características diferentes na fabricação de produtos à base de trigo como pães e massas.

5.2. Análises Químicas

Para avaliar a qualidade nutricional das massas, além das análises de energia e macronutrientes, foram realizadas análise de amido resistente, fenólicos totais, taninos totais e atividade antioxidante por DPPH e FRAP (Tabela 05 e 06). Essas análises são importantes para verificar o potencial destas farinhas para a substituição do trigo ou enriquecimento dos produtos que as utilizarão.

Tabela 05 - Composição de massas alimentícias à base de farinhas de sorgo cozidas quanto aos teores de amilose e amido resistente.

Genótipo	Amilose (%)	Amido Resistente (g/100g)
Comercial ¹	19,4 ^B ±0,25	0,30 ^E ±0,02
CMSXS180 ¹	17,4 ^C ±0,27	0,94 ^D ±0,09
BRS332 ²	14,6 ^D ±0,27	0,12 ^F ±0,02
BRS330 ²	14,5 ^D ±0,39	2,05 ^B ±0,03
1167048 ³	14,6 ^D ±0,31	2,90 ^A ±0,02
BR305 ³	36,3 ^A ±0,15	1,81 ^C ±0,01

Valores constituem médias ± desvios padrão (n=3). Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤ 0,05).

Para amilose, pode-se observar que a massa alimentícia BR 305 (marrom com tanino) obteve maior média e diferiu das demais amostras. Das farinhas de sorgo utilizadas neste presente estudo, apenas a farinha BR 305 e a comercial obtiveram média próxima ou acima de 22%. Farinhas com teores de amilose maiores que este valor (22%), segundo Kohlwey *et al.* (1995), são as que melhor se adequam à produção de macarrão. As demais foram consideradas de baixo teor de amilose, sendo elas aquosas e pegajosas no cozimento (BASSINELLO *et al.*, 2016).

Para amido resistente, a massa 1167048 (marrom com tanino) obteve a maior média e diferiu das demais. Em seguida, a BRS 330 (bronze sem tanino), BR 305 (marrom com tanino), CMSXS 180 (branco sem tanino), comercial e, por último, a BRS 332 (bronze sem tanino). Todas as amostras diferiram entre si.

Teixeira *et al* (2015) trabalharam com farinha e grãos de dois genótipos de sorgo (BR 305 e SC59) e avaliaram a quantidade de amido resistente existente nas matérias primas cruas e em dois métodos de cocção, o assamento e o cozimento. Eles observaram que os materiais crus apresentaram quantidade de amido resistente superiores aos que sofreram tratamento, sendo que o método de calor seco teve perda de amido resistente

¹ Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

² Pericarpo bronze sem testa pigmentada (taninos)

³ Pericarpo marrom com testa pigmentada (taninos)

menor do que o método de calor úmido. Os autores apresentaram resultado de 52,26g de amido resistente/100g de grão cru e 3,57g de amido resistente/100g de farinha BR 305 cozida. Observa-se que houve uma redução drástica (14,6 vezes) no conteúdo de amido resistente ao processá-lo com calor úmido, diferença esta não tão aparente para o calor seco (50,11g de amido resistente/100g de farinha assada). Considerando que no presente trabalho utilizou-se 25% de farinha de sorgo BR 305, o valor obtido pelo autor para a farinha cozida foi inferior ao da massa alimentícia (1,81g de amido resistente/100g de produto cozido). Este valor pode ser explicado por influência das condições de cultivo (TEIXEIRA *et al.*, 2015).

Khan *et al.* (2013) observaram que, ao acrescentar farinha de sorgo a uma massa alimentícia de trigo, o conteúdo de amido resistente aumentou significativamente quando comparado à massa padrão sem sorgo. Eles obtiveram valores de 1,36g para adição de 40% de sorgo marrom e 1,16g para 40% de sorgo branco, enquanto que para a massa controle feita apenas com farinha de trigo o valor obtido foi de 0,39g/100g. Segundo Khan *et al.* (2013), houve diferença estatística significativa entre a massa controle e as adicionadas de farinha de sorgo (aumento de 197% na quantidade de amido resistente para farinha de sorgo branca e 249% para farinha de sorgo marrom). Estes valores estão um pouco abaixo do obtido para este trabalho para algumas variedades, porém a quantidade de farinha de sorgo adicionada à massa por Khan *et al.* (2013) foi inferior (40%) a deste trabalho (50%) . Algumas variedades apresentaram baixa quantidade de amido resistente, mas estes valores podem ser explicados pelas condições de cultivo do sorgo ou ainda pelo tipo de cultivar apresentado (WANISKA, 2000).

A lenta digestão do amido resistente tem implicações para seu uso no controle da liberação de glicose (BROWN, 2004; NUGENT, 2005). O metabolismo do amido resistente ocorre de 5 a 7 horas após o consumo, em contraste com o amido solúvel, o qual é digerido quase que imediatamente. A digestão acima de 5 a 7 horas reduz a glicemia pós prandial e tem o potencial de aumentar o período de saciedade (RABEN *et al.*, 1994).

Alguns estudos tem demonstrado que o amido resistente de efeitos fisiológicos que são potencialmente benéficos à saúde. Brites *et al.* (2011) observou redução no

colesterol total de ratos alimentados com pão enriquecido com amido resistente, além de ter observado que o grupo alimentado com amido resistente mostrou resposta glicêmica pós prandial melhor. Shen *et al.* (2015) avaliou o efeito do amido resistente presente no sorgo em mudanças no peso corporal, lipídeos sanguíneos e a microbiota intestinal no cólon intestinal de ratos acima do peso e obesos com dieta rica em gordura. Os resultados indicam que o amido resistente do sorgo ajuda o corpo a prevenir e tratar obesidade por vários mecanismos, incluindo síntese e secreção de leptina e adiponectina e melhora na microbiota intestinal.

Por tais benefícios, a maior quantidade de amido resistente em um alimento se faz de grande interesse.

Tabela 06 - Composição de massas alimentícias à base de farinhas de sorgo cozidas quanto aos teores de fenólicos totais, taninos totais e atividade antioxidante DPPH e FRAP

Genótipo	Fenólicos Totais (mg/100g)	Taninos Totais (mg de proantocianidina/100g)	DPPH EC50 (μ M Teq/g)	FRAP ATT (mM Teq/g)
Comercial ¹	25,2 ^D \pm 0,4	3,50 ^C \pm 0,2	27,5 ^A \pm 0,22	33,6 ^C \pm 2,8
CMSXS180 ¹	33,2 ^C \pm 0,9	4,75 ^C \pm 0,3	25,7 ^B \pm 1,02	45,2 ^C \pm 3,5
BRS332 ²	42,0 ^B \pm 1,5	5,00 ^C \pm 0,1	22,3 ^C \pm 0,38	60,3 ^C \pm 3,4
BRS330 ²	41,9 ^B \pm 1,8	5,73 ^C \pm 0,2	23,3 ^C \pm 0,20	70,3 ^C \pm 5,7
1167048 ³	42,8 ^B \pm 0,6	9,43 ^B \pm 0,1	8,96 ^D \pm 0,29	195,3 ^B \pm 14,3
BR305 ³	69,9 ^A \pm 0,7	16,9 ^A \pm 0,6	8,68 ^D \pm 0,37	305 ^A \pm 39,4

Valores constituem médias \pm desvios padrão (n=3). Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para fenólicos totais, a amostra BR 305 (marrom com tanino) apresentou a maior média, diferindo das demais. Ela foi seguida pelas amostras 1167048 (marrom

¹ Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

² Pericarpo bronze sem testa pigmentada (taninos)

³ Pericarpo marrom com testa pigmentada (taninos)

com tanino), BRS 332 (bronze sem tanino) e BRS 330 (bronze sem tanino), as quais não apresentaram diferença estatística significativa. Em seguida, ficaram as amostras CMSXS180 (branco sem tanino) e a comercial (branco). As amostras feitas com farinha de sorgo marrons obtiveram as maiores médias, seguidas das bronzes e das brancas.

Khan *et al.* (2013) também observaram que, ao adicionar farinha de sorgo à massa alimentícia de trigo, a quantidade de compostos fenólicos aumentou significativamente quando comparada à massa controle. Eles observaram, também, que a massa alimentícia com sorgo marrom apresentou quantidade de compostos fenólicos significativamente maior do que a massa adicionada de sorgo branco. Os valores de fenólicos totais obtidos por eles variaram de 109mg/100g (variedade branca) a 236mg/100g (variedade marrom). Os valores obtidos por eles foi superior ao obtido por este estudo, no qual a variedade de maior média (BR 305) apresentou 70mg/100g de massa. Esta diferença pode ser explicada pelo uso de variedades mais ricas em compostos fenólicos, mas, também, pela perda de sólidos solúveis em água. Khan *et al.* (2013) obteve perdas menores (3,5 a 5,9%) na água de cozimento do que o presente estudo (5,3 a 7,9%) o que poderia explicar tal diferença, uma vez que as massas de ambos estudos foram fabricadas da mesma maneira (rolo manual e máquina de massas caseira) e os extratos preparados e analisados com a mesma metodologia.

Oliveira (2016) analisou a composição de compostos fenólicos de pães de sorgo com as mesmas farinhas do presente estudo e obteve resultados bastante superiores aos da massa, demonstrando assim que houve grande perda na água de cozimento.

Cardoso *et al* (2015) avaliaram o efeito do processamento (aquecimento e extrusão) no conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante (DPPH) em grãos de sorgo de três cores distintas de pericarpo marrom, amarelo e vermelho. Os autores observaram que o conteúdo total de fenólicos manteve-se constante para os genótipos amarelo e vermelho quando foi aplicado calor seco e significativamente reduzido para o genótipo marrom. Ao ser extrusado, o conteúdo de fenólicos totais reduziu para o genótipo vermelho e marrom.

Para taninos totais, as amostras relatadas como “marrons com tanino” obtiveram maiores médias, sendo que a amostra BR 305 (marrom) obteve a maior média, diferindo das demais. A amostra 1167048 (marrom) veio em seguida, diferindo das demais. As

amostras BRS330 (bronze), BRS 332 (bronze), CMSXS180 (branco) e a comercial não diferiram entre si estatisticamente. Ngwenya (2007) trabalhou com grãos de sorgo, pasta fermentada e extrusado da variedade Famida (com tanino). Para taninos totais, ela obteve 47,8mg/g para o grão, 24mg/g para a pasta fermentada e 0,4mg/g para o extrusado cozido de sorgo. No presente estudo, obteve-se valores bem abaixo destes mesmo na massa de maior média BR 305 (16,9mg/100g de massa), ou seja, 0,17mg/g de produto. Pode-se observar no trabalho de Ngwenya (2007) que houve uma redução drástica da quantidade de taninos quando o grão foi processado (50%) e, principalmente, quando cozido (84%). Este fenômeno também pôde ser observado no presente estudo, uma vez que Oliveira (2016) obteve valores de taninos para o grão BR 305 de 70,91mg/g, demonstrando uma diminuição de 120% (considerando que a massa tem 50% de farinha de sorgo).

Taninos eram considerados antinutricionais e, por isso, indesejados pela sua propriedade de se ligar à proteínas, a qual reduz a digestibilidade destas (DUODU, 2000). Porém, há crescentes evidências mostrando que taninos são poderosos antioxidantes e, mesmo quando complexados com proteínas, eles ainda possuem certa atividade antioxidante (REIDL; HAGERMAN, 2001), sendo portanto, benéficos para a saúde.

O método DPPH é baseado na captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorvância quanto maior for a atividade antioxidante da amostra, portanto, quanto menor o valor observado, maior a atividade antioxidante. Tanto pela análise de FRAP quanto DPPH, observa-se que as massas feitas com farinhas de sorgo de pericarpo marrom com tanino apresentaram maior poder antioxidante do que as demais. Para DPPH, a amostra BR 305 (marrom) e a 1167048 (marrom) obtiveram as menores médias e não diferiram entre si. Seguidas das amostras de massa com sorgo bronze e sem tanino que não diferiram entre si (BRS 332 e BRS 330) e depois pelas brancas sem tanino que diferiram entre si (CMSXS180 e comercial). Portanto, a capacidade antioxidante apresentou performance semelhante aos fenólicos totais, seguindo a ordem: genótipos de pericarpo marrom, pericarpo bronze e pericarpo branco. Comprovando efeito da cor do pericarpo sobre essas características.

Oliveira (2016) obteve valores para farinhas de sorgo que não diferiram tanto dos valores de DPPH de massas. A amostra de farinha BRS 305 (marrom) mostrou valor de 5,24 $\mu\text{M Teq/g}$, enquanto que para massas foi obtido o valor de 8,68 $\mu\text{M Teq/g}$. E, para a amostra de farinha comercial, obteve-se 22,1 $\mu\text{M Teq/g}$, enquanto para a massa feita com a mesma farinha obteve-se 27,5 $\mu\text{M Teq/g}$. Mokrani; Madani (2016) trabalharam com extração de compostos fenólicos em pêssegos e, ao avaliar a temperatura (25°C para 70°) de extração, não obtiveram diferença estatística para as diferentes temperaturas de extração nas análises de DPPH e FRAP, demonstrando assim que, embora a temperatura de cozimento possa ter alterado a atividade antioxidante dos compostos do presente estudo, ela não influenciou tanto a ponto de reduzir drasticamente o poder antioxidante das amostras.

No trabalho feito por Cardoso *et al.* (2015), o efeito do processamento na capacidade antioxidante também variou de acordo com o genótipo, assim como a quantidade de compostos fenólicos totais. A capacidade antioxidante aumentou significativamente em todos eles após o aquecimento em forno convencional. Vários fatores podem ter contribuído para este resultado, inclusive o aumento na estabilidade térmica e no aumento da extração de alguns compostos, como a vitamina E que age sinergicamente com os compostos fenólicos do sorgo, aumentando sua capacidade antioxidante (CARDOSO *et al.*, 2014). A extrusão reduziu a capacidade antioxidante dos genótipos vermelho e amarelo, porém não afetou a do sorgo de pericarpo vermelho, provavelmente por ter aumentado a concentração de proantocianidinas de baixo peso molecular. Embora o método de aquecimento tenha sido diferente no presente trabalho, também foi possível observar que houve grande redução no conteúdo de compostos fenólicos, porém a capacidade antioxidante das massas alimentícias não diferiram tanto ao serem comparadas os dados de Oliveira (2016).

Para FRAP, a amostra BR305 (marrom) apresentou a maior média e diferiu das demais, sendo seguida pela massa de farinha também marrom 1167048, seguida da BRS330, BRS332, CMSXS180 e comercial, as quais não diferiram entre si. Seczyk *et al.* (2016) trabalharam com massa alimentícia de trigo fortificada com 5% de alfarroba e obtiveram resultado de atividade antioxidante FRAP de 6,87 mm TE/g, valor este bem inferior ao obtido pelo presente estudo (33,6 mm TE/g para a farinha comercial).

Demonstrando, assim, que a massa com farinha de sorgo é pode trazer benefícios funcionais para o desenvolvimento de produtos com potencial antioxidante.

Diferentemente de DPPH, a análise de FRAP apresentou resultados bem diferentes para farinhas de sorgo e massa alimentícia. Oliveira (2016) apresentou resultados 3 vezes maiores para atividade antioxidante FRAP da amostra BR 305 (932,6 mm TE/g e 305mm TE/g) em relação à massa e para a farinha comercial de 1,2 vezes maior (40,8 e 33,6 mm TE/g).

A pequena diferença apresentada nos valores de DPPH são provavelmente devido à interferência de pigmentos das amostras de sorgo lidos na absorbância de 515nm, faixa esta utilizada para a leitura do DPPH e, na qual pode haver interferência de pigmentos coloridos como os carotenóides (ARNAO, 2000).

Pelos dados apresentados, pode-se dizer que os sorgos de pericarpo marrom são os mais adequados nutricionalmente para produção de massas alimentícias , já que elas possuem valores maiores de amido resistente, compostos fenólicos, taninos e atividade antioxidante tanto nas farinhas quanto nas massas prontas.

Como já mencionado anteriormente, alimentos que contenham amido resistente e antioxidantes são de interesse para uma alimentação mais saudável e apresentam potencial benéfico para aqueles que o consomem, como, por exemplo, a maior saciedade e a menor glicemia pós prandial causada pelo amido resistente e a proteção contra os efeitos dos radicais livres e espécies reativas do oxigênio dos compostos fenólicos, seja pela absorção desses radicais ou pela inibição ou interrupção da propagação da cadeia de reações oxidativas.

Ao comparar os pães de Oliveira (2016) com as massas alimentícias do presente estudo, percebe-se que, além de utilizar maior quantidade de farinha de sorgo na massa, os pães apresentaram quantidade de compostos fenólicos totais e taninos superiores aos encontrados na massa (546 mg/100g de pão e 69,9mg/100g de massa alimentícia para compostos fenólicos para o genótipo BR 305 e 2186 µg de proantocianidina/100g de pão e 16,9 µg de proantocianidina/100g de massa alimentícia para o mesmo genótipo). Isso se deve pela maior quantidade de farinha utilizada, pelo tipo de processamento (calor seco, ou seja, não acontece a lixiviação em água) e também pelo aumento de volume que a massa alimentícia apresenta após cocção, o que não acontece com o pão.

Ou seja, uma porção de 100g cozida de macarrão corresponde a, aproximadamente, 35g de macarrão cru enquanto que, para pães, não há esse aumento. Portanto, nutricionalmente, os pães se destacam em detrimento das massas alimentícias nos quesitos de compostos fenólicos e taninos em uma porção pronta para consumo.

5.3. Cozimento

É desejável que uma massa alimentícia tenha baixo tempo de cozimento, pouca perda de sólidos na água de cozimento e grande aumento de peso quando cozido (FERNANDES *et al.*, 2013). No caso do presente estudo, o tempo de cozimento foi de 15min, variando entre 14min50seg a 15min20seg em função dos diferentes tipos de sorgo utilizados. A Figura 05 apresenta as massas após cozimento e a Tabela 07 apresenta os dados de qualidade da massa.



Figura 05 – Massas cozidas das 6 variedades de farinha de sorgo com diferentes cores de pericarpo

Fonte: Acervo pessoal

Tabela 07- Tempo de cozimento, Índice de absorção, aumento de volume e perda de sólidos solúveis de massas alimentícias produzidas com farinhas de sorgo submetidas à cocção

Amostra	Variedade	Tempo de cozimento (min)	Índice de absorção	Aumento de volume (ml)	Perda de sólidos solúveis (%)
Massa	Comercial ¹	14min50s	3,30 ^{BC} ±0,03	9,40 ^A ±0,53	5,30 ^B ±0,70
	CMSXS180 ¹	15min00s	3,33 ^{BC} ±0,18	10,1 ^A ±1,15	5,74 ^B ±0,95
	BRS332 ²	15min10s	3,18 ^C ±0,12	10,3 ^A ±1,15	5,53 ^B ±0,30
	BRS330 ²	15min5s	3,66 ^A ±0,07	10,7 ^A ±0,58	7,97 ^A ±0,78
	1167048 ³	15min20s	3,24 ^{BC} ±0,12	10,0 ^A ±1,00	6,08 ^{AB} ±0,65
	BR305 ³	15min20s	3,48 ^{AB} ±0,07	10,3 ^A ±0,58	6,96 ^{AB} ±0,98

Valores constituem médias ± desvios padrão (n=3). Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey (p≤ 0,05).

Para o índice de absorção, a amostra BRS 330 apresentou maior valor, diferindo-se das amostras 1167048, CMSXS180, Comercial e BRS 332. Porém, em relação ao aumento do volume em mL de hexano, não houve diferença estatística entre as amostras. Para a perda de sólidos solúveis, a mesma amostra BRS 330 apresentou maior perda de sólidos e se diferiu das amostras CMSXS 180, BRS 332 e comercial. Ou seja, ela absorveu mais água, mas perdeu na água de cozimento.

Como já apresentado anteriormente, pode-se perceber que os sólidos solúveis perdidos na água de cocção devem ser, principalmente, compostos fenólicos e taninos, uma vez que houve redução na quantidade deles nas massas comparadas às farinhas (Oliveira, 2016).

Segundo Zandonadi (2006), normalmente os índices de absorção de massas variam de 1,3 a 2,5. Pode-se observar que o valor obtido para todas as massas desenvolvidas neste trabalho foi superior (3,18 a 3,66) ao descrito por Zandonadi (2006). Hummel (1966) atribui o ganho de peso da massa à capacidade de absorção de água da matéria prima, principalmente as fibras alimentares, e também ao formato do macarrão.

¹ Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

² Pericarpo bronze sem testa pigmentada (taninos)

³ Pericarpo marrom com testa pigmentada (taninos)

Em produtos produzidos exclusivamente com arroz, o sistema de estruturação não é tão bem formado quanto em alimentos à base de trigo pela falta de um agente ligante. Por isso a absorção de água é mais baixa (FERNANDES *et al.*, 2013). Chanamai; McClements (2001) e Sivaramakrishnan *et al* (2004) afirmam que a adição de polímeros como gomas e proteínas aumentam a absorção de água nas massa. A maior absorção deste estudo em relação ao relatado por Zandonadi (2006) pode ser explicados pela adição de *psyllium* e também à quantidade de fibras das farinhas de sorgo já que ambos são fontes de fibras e elas, segundo Zandonadi (2006) aumentam a absorção de água.

Segundo Hummel (1966), perda de sólidos solúveis de até 6%, é característica de massa de trigo de qualidade muito boa, de até 8%, de massa de média qualidade, e de valores iguais ou superiores a 10% apresentam massas de baixa qualidade. Para o presente estudo, as massas elaboradas com as variedades de sorgo comercial, BRS 332 e CMSXS180 apresentaram massas de muito boa qualidade, já as demais se encaixaram nas massas de média qualidade.

Em estudo feito por Hemavathy; Bhat (1994), o aumento do volume da massa durante o cozimento foi diretamente proporcional ao aumento da granulometria da farinha. No presente estudo, pode-se observar que o aumento de volume (mL de hexano) para a massa feita com farinha de sorgo comercial foi o menor de todos, embora estatisticamente ela não seja diferente das demais. Corroborando o trabalho de Hemavathy;Bhat (1994). Já a perda de sólidos solúveis não foi influenciada pelo tamanho das partículas do material farináceo.

Em massas sem glúten, a perda de sólidos solúveis está associada à dissolução das ligações do amido gelatinizado da superfície do produto. Esse fenômeno depende principalmente do grau de gelatinização e da força da rede de amido retrogradado que cerca o amido gelatinizado (MARTI *et al.*, 2010).

Uma alternativa para a redução da perda de sólidos solúveis é o uso de emulsificantes. Eles atuam melhorando a tolerância das massas ao cozimento, dando-se a sua ação tanto pelo fortalecimento de interações da cadeia de proteínas que formam o glúten, produzindo uma matriz protéica mais forte, quanto na formação de complexos

com a amilose, fração linear do amido, que reduz o escape dela para a água durante a gelatinização (CICHELO *et al.*, 2000).

Segundo Zandonadi *et al.* (2012), o longo período de cozimento observado nas massas causou a grande perda de sólidos solúveis em água. Esses autores observaram que a massa padrão de trigo teve menor perda de sólidos por causa da sua rede de gluten. As fibras presentes nas farinhas de sorgo e no *psyllium* utilizados no presente estudo possivelmente substituíram a rede de glúten, porém para a amostra BRS 330 ela não foi suficiente, observando-se assim, uma maior lixiviação de compostos na água de cozimento.

5.4. Análise Multivariada

Na figura 06 está o mapa das variáveis analisadas no estudo. As variáveis próximas umas das outras no mesmo quadrante estão correlacionadas e as variáveis em lados opostos estão negativamente relacionadas.

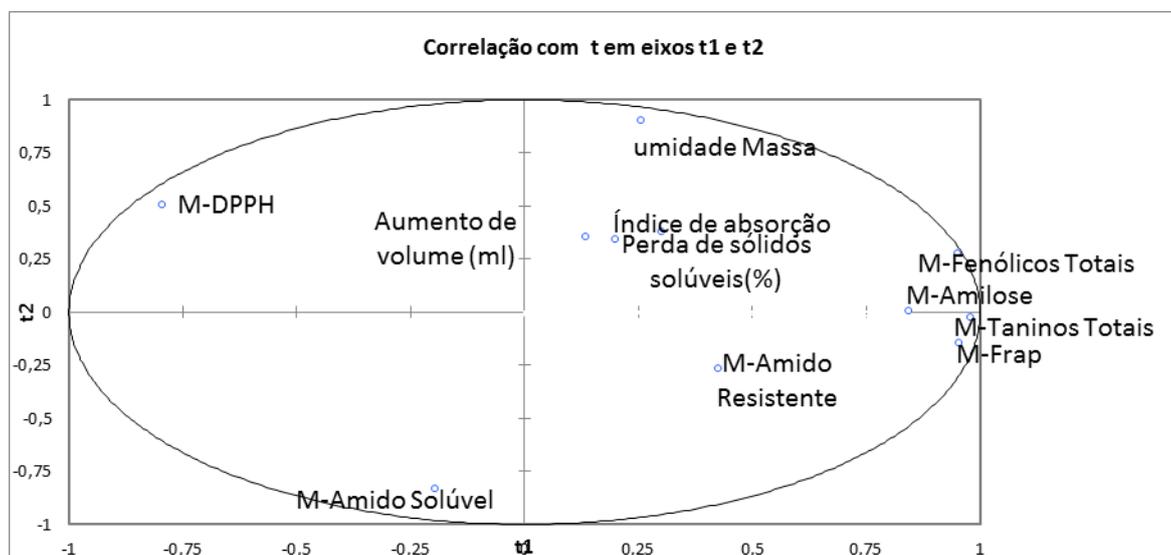


Figura 06. Correlação entre variáveis das massas alimentícias de farinhas de sorgo

Por meio dessa análise, pode-se assumir que as variáveis quantidade de amilose e fenólicos totais estão correlacionados, enquanto que a quantidade de taninos e atividade antioxidante FRAP também estão correlacionados, porém em outro quadrante. As análises de qualidade da massa (índice de absorção, perda de sólidos solúveis e aumento de volume) também se correlacionam.

A análise de antioxidante DPPH está inversamente correlacionada à fenólicos totais e amilose. Ou seja, quanto maior a quantidade de amilose na massa, maior será a quantidade de fenólicos totais apresentado pela amostra. O mesmo ocorre para a quantidade de taninos e atividade antioxidante FRAP.

Para as análises de qualidade da massa, quanto maior o índice de absorção, maiores serão o aumento de volume e a perda de sólidos solúveis.

5.5. Análise sensorial

A amostragem com 121 avaliadores se caracterizou por 78% do sexo feminino e 22% do sexo masculino, 74% com idade menor ou igual a 25 anos e 26% maior que 25 anos, 10% dos avaliadores possuíam algum tipo de alergia alimentícia, embora todos fossem consumidores de massas alimentícias, 3% relataram não apreciarem tal alimento enquanto que 97% apreciavam, 96% relataram consumir massa alimentícia pelo menos uma vez ao mês (HU) enquanto que 4% relataram não fazer uso deste alimento com tanta frequência (LU) e, ao serem questionados quanto ao consumo de massa alimentícia sem glúten, 29% relataram consumo de pelo menos 1 vez ao mês, enquanto que a grande maioria (71%) não consome este tipo de alimento com tanta frequência (LU).

Observa-se que a amostra obtida não está bem distribuída entre os grupos, uma vez que a maioria pertencia a um gênero, uma classificação de idade, não presença de alergia e ao não consumo de massas sem glúten. O único item desejável é que a maioria fosse consumidor assíduo (HU) de massas alimentícias.

Através das notas obtidas, a amostra pôde ser dividida em dois clusters (grupos), no qual o cluster UM (notas mais altas) foi caracterizado por 41 pessoas, das quais 80% eram do sexo feminino e 20% do sexo masculino, 71% eram menores de 25 anos e 29% acima de 25 anos, 15% apresentavam alguma alergia alimentar, 98% são apreciadores de massas, 100% é consumidor de massas pelo menos uma vez ao mês e apenas 29% consomem massas sem glúten, enquanto que 71% não fazem uso de tal nicho de produtos.

Já o cluster DOIS (notas menores) foi caracterizado por 80 avaliadores, dos quais 76% eram do sexo feminino e 24% masculino, 76% do cluster tinha idade inferior

a 25 anos e 24% acima, 8% relataram ter algum tipo de alergia alimentar, 96% são apreciadores de massas, 94% consomem massa pelo menos uma vez ao mês e 29% do cluster consome massas sem glúten enquanto que 71% não consome ou consome esporadicamente.

Diferentemente da população brasileira, a amostra obtida por este estudo apresentou percentual de mulheres mais elevado (50,64% brasileira e 78% no estudo) e mais jovem (16,6% população brasileira e 74% presente estudo). Por serem mais novos, os avaliadores não estão habituados ao consumo de massas sem glúten. Se as massas fossem testadas por pessoas com restrição ao gluten ou habituadas ao consumo de massas sem glúten, os resultados obtidos talvez fossem diferentes.

Historicamente, homens e mulheres tinham papéis diferentes na sociedade. Os homens desenvolveram o senso de direção, pontaria e localização. Já as mulheres, desenvolveram uma sensibilidade sensorial mais aguçada (ROSA; CALEGARO, 2003). Pela amostra ter sido em grande maioria constituída de mulheres, este fator também pode ter afetado o resultado final. Em um estudo realizado por Fagerli;Wandel (1999), eles observaram que o comportamento sensorial dos entrevistados mudava de acordo com o aumento da idade, maior educação e ser do sexo feminino.

O mapa abaixo (Figura 07), embora a amostra seja reduzida, indica que a melhor aceitação das massas alimentícias se refere a pessoas do sexo feminino, com presença de alergia e com consumo de massas frequente, uma vez que estas variáveis. A maior rejeição se refere à pessoas do sexo masculino, sem descrição de alergia e com baixo consumo de massas.

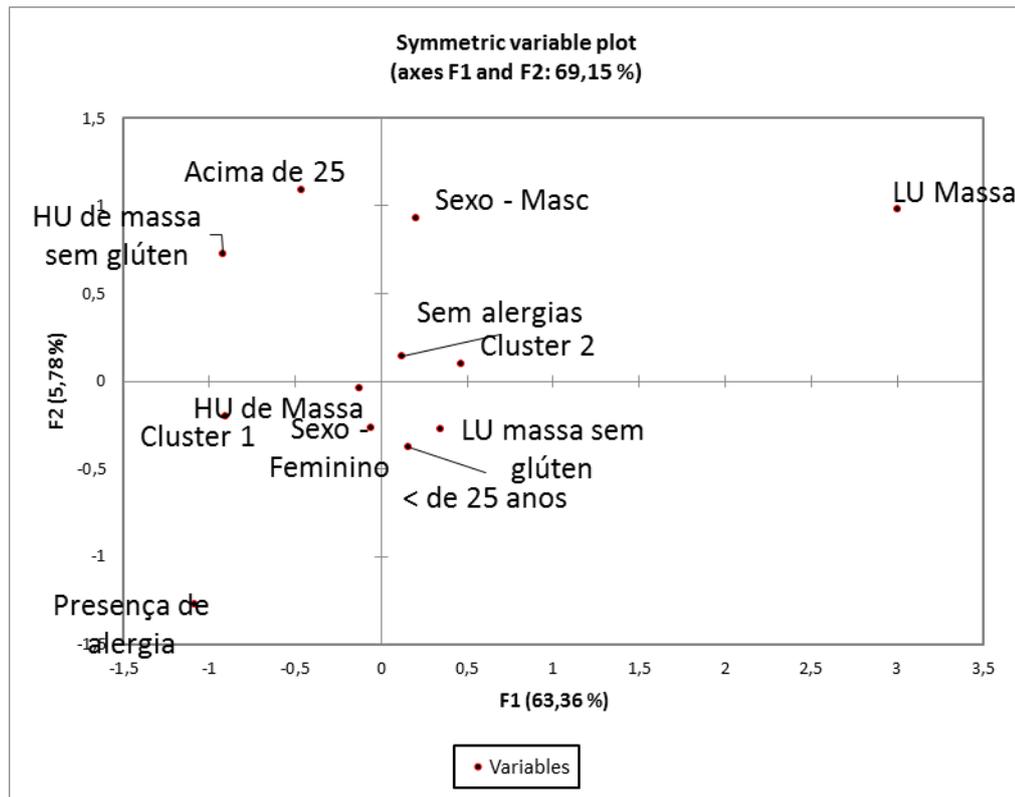


Figura 07. Mapa de aceitação dos avaliadores das massas alimentícias de sorgo

O componente horizontal no mapa explica 63,36% da aceitação. Enquanto que 5,78% é explicado pelo componente vertical.

5.5.1. Aceitação

Um teste de aceitação foi realizado com 121 avaliadores que se dispuseram a participar. As médias, tanto geral, quanto entre clusters, estão apresentadas na Tabela 08. Os atributos avaliados foram a impressão global, o sabor, o aroma e a cor. As notas variaram de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente).

Tabela 08 - Aceitação das massas alimentícias de sorgo formuladas com genótipos de diferentes cores de pericarpo

	1167048 ¹	BR 305 ¹	BRS 330 ²	CMSXS 180 ³	BRS 332 ²	COMERCIAL ₃
Impressão Global						
Geral	5,03AB±1,78	4,68B±1,80	5,36AB±1,59	5,37AB±1,66	5,31AB±1,67	5,45A±2,00
Cluster1	6,34Aa	6,34Aa	6,63Aa	6,63Aa	6,68Aa	6,88Aa
Cluster2	4,36ABb	3,98Bb	4,70Ab	4,73Ab	4,61ABb	4,73Ab
Sabor						
Geral	4,88AB±1,57	4,25C±1,07	4,81B±1,65	5,2AB±1,63	5,35A±1,42	5,15AB±1,38
Cluster1	6,37Aa	5,63Aa	5,98Aa	6,42Aa	6,54Aa	6,32Aa
Cluster2	4,11ABb	3,58Bb	4,21ABb	4,58Ab	4,74Ab	4,55Ab
Aroma						
Geral	5,60A±1,35	5,55A±1,29	5,85A±1,63	5,68A±1,55	5,69A±1,03	5,81A±1,24
Cluster1	6,39Aa	6,27Aa	6,15Aa	6,24Aa	6,49Aa	6,49Aa
Cluster2	5,20Ab	5,19Ab	5,70Aa	5,39Ab	5,28Ab	5,46Ab
Cor						
Geral	4,77A±1,63	4,67A±1,44	4,76A±1,37	4,68A±1,56	4,75A±1,47	4,99A±1,56
Cluster 1	6,02Aa	6,10Aa	5,93Aa	5,78Aa	6,20Aa	6,15Aa
Cluster 2	4,13Ab	3,91Ab	4,16Ab	4,11Ab	4,01Ab	4,40Ab

Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

Para a impressão global, as médias das amostras variaram de 4,68 a 5,45 indicando que os avaliadores desgostaram ligeiramente ou avaliaram como indiferentes. Para sabor, as médias variaram de 4,25 a 5,35, também com mesma variação que a impressão global. Para aroma, as médias variaram de 5,55 a 5,85, sendo este indiferente para os degustadores. E, para a cor, as médias variaram de 4,67 a 4,99, sendo que estas na escala apenas do desgostei.

Para a impressão global, a amostra de massa alimentícia fabricada a partir da farinha comercial (branco) foi a que obteve maior média, porém, estatisticamente, ela não diferiu das demais, apenas sendo diferente da massa feita com a farinha de sorgo BRS 330 (bronze).

¹ Pericarpo marrom com testa pigmentada (taninos)

² Pericarpo bronze sem testa pigmentada (taninos)

³ Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

Para sabor, a amostra de maior media foi a BRS 332 (bronze), diferindo apenas das amostra BRS 330 (bronze) e BR 305 (marrom).

Para aroma, a maior média foi da amostra BRS 330 (bronze) e, para este quesito, as amostras não apresentaram diferença estatística entre elas.

Para cor, a mais apreciada foi a preparada com farinha de sorgo comercial, mas, também não houve diferença estatística entre elas.

Já entre os clusters, para a impressão global, a média de todas as amostras diferiram, sendo que a maior média foi do macarrão de farinha de sorgo comercial no cluster 1. Para o cluster 1, todas as amostras foram avaliadas como gostei ligeiramente e, para o cluster 2, as amostras foram avaliadas como desgostei ligeiramente e moderadamente.

Para sabor, as médias diferiram entre os clusters, sendo que a maior média foi para a amostra CMSXS180 (branco sem tanino) no cluster 1, sendo avaliado como gostei ligeiramente e, para o cluster 2, as amostras foram avaliadas entre desgostei ligeiramente e moderadamente.

Para aroma, apenas a média da amostra feita com farinha BRS 330 (bronze sem tanino) não diferiu entre clusters. Para as demais, as médias obtidas pelo cluster 1 foram superiores aos do cluster 2. A amostra de maior média para este quesito foram as amostras de massa feitas com a farinha de sorgo comercial e a BRS 332 (bronze). As amostras do cluster um foram avaliadas como gostei ligeiramente e as do cluster 2 como indiferente.

Para a cor, todas as amostras diferiram entre os clusters, sendo que a maior média obtida foi do macarrão feito com a farinha de sorgo BRS 332 (bronze sem tanino) no cluster 1. As amostras do cluster 1 foram avaliadas como gostei ligeiramente e para o cluster 2, elas foram avaliadas como desgostei ligeiramente ou moderadamente.

Ferreira *et al.* (2015) utilizou uma farinha de sorgo branco e as médias obtidas por eles foram inferiores às obtidas pelo presente estudo. Embora em ambos os trabalhos as médias não tenham sido satisfatórias, no presente estudo percebe-se que houve uma ligeira melhora na aceitação das massas. Esses autores executaram uma Análise Quantitativa Descritiva (ADQ) com 12 avaliadores treinados para avaliar

macarrão com formulações contendo percentuais diferentes de farinha de sorgo. A formulação mais próxima à utilizada neste presente estudo obteve média de 4,33 para sabor, 4,54 para aparência global, 3,1 para cor e 5,37 para odor. As médias obtidas correspondem à avaliação de indiferença (5), desgostei ligeiramente (4) e desgostei moderadamente (3).

A partir das notas obtidas, pôde-se calcular as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição de cada amostra (%) para cada atributo (Tabela 09).

Tabela 09 – Aceitação, Indiferença e Rejeição das massas alimentícias elaboradas com farinhas de sorgo de pericarpos de coloração distinta (%)

		Impressão Global	Aroma	Sabor	Cor
Comercial ¹	Aceitação (%)	56	8	39	42
	Indiferença (%)	16	41	10	14
	Rejeição (%)	28	51	51	44
CMSXS 180 ¹	Aceitação (%)	47	14	32	46
	Indiferença (%)	25	36	18	22
	Rejeição (%)	28	50	50	31
BRS 332 ²	Aceitação (%)	47	12	30	47
	Indiferença (%)	24	41	21	18
	Rejeição (%)	29	47	49	35
BRS 330 ²	Aceitação (%)	51	11	42	40
	Indiferença (%)	21	42	16	22
	Rejeição (%)	28	47	42	38
1167048 ³	Aceitação (%)	45	13	40	44
	Indiferença (%)	15	43	21	19
	Rejeição (%)	40	44	39	37
BR 305 ³	Aceitação (%)	32	15	57	48
	Indiferença (%)	22	40	13	14
	Rejeição (%)	46	45	30	38

Através da porcentagem de aceitação, indiferença e rejeição pode-se perceber que a amostra de massa alimentícia comercial (branco) obteve a maior porcentagem de aceitação quanto à impressão global (56% - célula rosa), porém obteve as maiores porcentagens de rejeição quanto à aroma (51%), sabor (51%) e cor (44%).

¹ Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

² Pericarpo bronze sem testa pigmentada (taninos)

³ Pericarpo marrom com testa pigmentada (taninos)

Já a amostra de massa alimentícia do cultivar BR 305 (marrom) obteve a maior rejeição quanto à impressão global (46% - célula azul), porém apresentou as maiores aceitações para aroma (15%), sabor (57%) e cor (48%) dentre todas as amostras.

O manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação escolar (PNAE) preconiza que uma preparação só deve ser inserida no cardápio da merenda escolar caso sua aceitação seja maior ou igual a 85%. Considerando este valor de corte, nenhuma das massas alimentícias de sorgo com diferentes cores de pericarpo estariam dentro do grupo de alimentos aceitos.

Porém, ao analisarmos apenas a porcentagem de aceitabilidade gerada pelo cluster 1, percebe-se que a porcentagem aumenta, ultrapassando o valor de 85% no atributo impressão global para as massas alimentícias BRS 332 e CMSXS180. (Tabela 10). Embora as demais massas estejam fora da margem estabelecida, os valores de porcentagem se aproximaram ao aceitável quanto comparada à porcentagem geral.

Tabela 10 – Porcentagem de aceitação das massas alimentícias elaboradas com farinhas de sorgo de pericarpos de coloração distinta para o Cluster 1(%)

	Impressão Global (%)	Aroma (%)	Sabor (%)	Cor (%)
Comercial ¹	80	63	78	54
CMSXS180 ¹	90	73	76	66
BRS332 ²	88	54	73	59
BRS330 ²	78	71	71	66
1167048 ³	76	68	73	71
BR305 ³	73	68	59	71

Zandonadi *et al.* (2012) avaliaram aceitação de 4 formulações de massa alimentícia, sendo uma banana verde 100%, outra adicionada de fécula de batata, outra adicionada de farinha de arroz e uma massa controle de farinha de trigo. A amostra que recebeu maiores percentuais de aceitação quanto à aparência global (56%), aroma (58%), sabor (70%), textura (72%) e qualidade global (78%) foi a amostra de massa

¹ Pericarpo branco sem testa pigmentada (taninos)

² Pericarpo bronze sem testa pigmentada (taninos)

³ Pericarpo marrom com testa pigmentada (taninos)

alimentícia de banana verde adicionada de farinha de arroz, seguida da amostra de banana verde com fécula de batata, 100% banana e, por último, a controle de trigo.

Zandonadi (2009) avaliou a aceitação de receitas que continham glúten e suas respectivas adaptações para receitas isentas dele e obteve aceitabilidade extremamente satisfatória tanto para portadores da doença quanto para consumidores em geral.

Queiroz *et al.* (2012) desenvolveram uma barra de cereais com pipoca de sorgo da cultivar BRS 310 e obtiveram média satisfatória (7,1 e 7,7) nas duas localidades onde foram aplicados os testes. Essa ótima aceitabilidade indica que o sorgo, embora não tenha obtido aceitabilidade para massa alimentícia alta, pode ser incluído na alimentação humana brasileira.

A partir de todos os dados apresentados neste trabalho, pode-se assumir que, a massa alimentícia BR 305 seria a mais indicada para dar prosseguimento ao estudo e implementação de massas alimentícias de sorgo, pois ela obteve valores importantes de amido resistente, compostos fenólicos, taninos e atividade antioxidante (FRAP e DPPH) e apresentou os maiores percentuais de aceitação para 3 dos 4 atributos avaliados sensorialmente. Essa massa apresentou índice de absorção e aumento de volume elevados, porém perda de sólidos na água de cozimento um pouco acima do desejado, ainda assim pode ser classificada com uma massa alimentícia de boa/média qualidade. Algumas mudanças na composição da massa poderiam melhorar sua retenção de sólidos na massa.

Cabe destacar que três fatores limitaram o presente estudo. A primeira foi decorrente da utilização de moinho doméstico (Hawos) que produziu as farinhas de sorgo dos genótipos BR 305, BRS 330 e 332, CMSXS 180 e 1167048 com granulometria visivelmente mais grosseiras que a farinha comercial o que provavelmente impactou na qualidade das massas. O segundo fator foi o uso de máquina de uso doméstico para a confecção das massas o que pode ter comprometido a espessura dos produtos e consequentemente a avaliação sensorial das mesmas. O terceiro fator foi a análise sensorial ter sido conduzida em um público não alvo, ou seja, não consumidores de produtos sem glúten.

6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, embora as massas alimentícias a base de sorgo não tenham obtido percentual de aceitação satisfatória, elas são nutricionalmente interessantes e devem ser estudadas para o desenvolvimento de outros produtos e, até mesmo para massas, testando novas formulações, adição de outros ingredientes e outros métodos de obtenção de massas para que elas possam agradar sensorialmente os consumidores. Destaca-se a variedade BR 305, pois ela obteve resultados satisfatórios de amido resistente, compostos fenólicos totais, taninos totais, atividade antioxidante (DPPH e FRAP), índice de absorção e aumento de volume. Quanto à análise sensorial, essa massa obteve maior porcentagem de aceitação em 3 dos 4 itens avaliados. Cabe destacar que a variedade BR 305 é de coloração marrom e com tanino, tendo uma coloração mais próxima de uma massa integral de trigo, fatores que não afetaram negativamente na aceitabilidade dos avaliadores.

Outros estudos de aceitação com indivíduos consumidores de dietas sem glúten devem ser desenvolvidos, uma vez que este é um grupo crescente e que merece atenção. Pessoas que necessitam consumir apenas produtos sem glúten podem apresentar uma aceitação diferenciada, demonstrando a necessidade dos testes serem realizados com este grupo alvo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIA. Associação Brasileira das Indústria de Alimentos. Disponível em: <http://www.abia.org.br/vs/inicio.aspx> > Acesso em: 23/02/2015.
- ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. Disponível em <<http://www.acebra.org.br>> . Acesso em 05/02/2015.
- ADOM, K.K.; LIU, R.H. Antioxidant activity of grains. *J. Agric. Food Chem*, v. 50, p. 6182-6187, 2002.
- AHMED, S.O.; ABDALLA, A.W.H; INOUE, T.; PING, A.; BABIKER, E.E. Nutritional quality of grains of sorghum cultivar grown under different levels of micronutrients fertilization. *Food Chemistry*, v.159, p. 374-380, 2014.
- ALMEIDA FILHO, J.E.de Avaliação agrônômica e de estabilidade e adaptabilidade de híbridos de sorgo granífero. Dissertação de mestrado, p.13, 2012.
- ALTHWAB, S.; CARR, T.P.; WELLER, C.L.; DWEIKAT, I.M.; SCHLEGEL, V. Advances in grain sorghum and its co-products as a human health promotion dietary system. *Food Research International*, v. 77, p. 349-359, 2015.
- 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.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods for Pasta and Noodle Cooking Quality Firmness. Method 66-50.01, 2000.
- ARAUJO, R.F.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; DONZELES, S.M.L.; COSTA, G.M. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). *Idesia*, v.32, p.27-32, 2014.

- ARNAO, M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case. *Trends Food Sci. Technol.*, v. 11, p. 419-421, 2000.
- AWIKA, J.M.; MCDONOUGH, C.M.; ROONEY, L.W. Decorticating sorghum to concentrate healthy phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 53, n. 16, p. 6230-6234, 2005.
- AWIKA, J.M.; ROONEY, L.W. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, v.65, n.9, p.1199-1221, 2004.
- BACHETTI, T.; SATURNI, L.; TURCO, I.; FERRETTI, G. The postprandial glucose response to some varieties of commercially available gluten-free pasta: a comparison between healthy and celiac subjects. *Food Funct*, v.5, p. 3014-3017, 2014.
- BARBOSA, M.C.de A. Avaliação tecnológica de massas alimentícias de farinha mista de trigo e soja sem lipoxigenases. Tese de Doutorado, 2002.
- BASSINELLO, P.Z.; BOÊNO, J.A.; ASCHERI, D.P.R.; CARVALHO, R.N. Qualidade de grãos. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fok5vmke02wyiv80bhgp5p9zje7m7.html>> . Acesso em: junho, 2016.
- BRALLEY, E.; GREENSPAN, P.; HARGROVE, J. L.; HARTLE, D. K. Inhibition of Hyaluronidase Activity by Select Sorghum Brans. *Journal of Medicinal Food*, New Rochelle, v. 11, p. 307-312, 2008.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Food Science and Technology*, v.28, p. 25-30, 1995.
- BRANNAN, G.L.; SETSER, C.S.; KEMP, K.E.; SEIB, P.A.; ROOZEBOOM, K. Sensory characteristics of grain sorghum hybrids with potential for use in human food. *Cereal Chemistry*, v. 78, n.6, p. 693-700, 2001.
- BRAR, P.; KWON, G.Y.; HLLERAN, S.; BAI, D.; TALL, A.R.; RAMAKRISHNAN, R.; GREEN, P.H. Change in lipid profile in celiac disease: beneficial effect of gluten-free diet. *American Journal of Medicine*, v.119, n. 9, p. 786-90, 2006.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº29, de 13 de janeiro de 1998. Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/2a1d950047458eca97dbd73fbc4c6735/PORTARIA_29_1998.pdf?MOD=AJPERES Acesso em: 30/01/2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Disponível em <http://www.elegis.bvs.br/leisref/public/search.php>. Acesso em: 20/01/2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n.27 de 14 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Disponível em: <<http://anvisa.gov.br>>. Acesso em: junho, 2016.

BRITES, C.M.; TRIGO, M.J.; CARRAPIÇO, B.; ALVIÑA, M.; BESSA, R.J. Maize and resistant starch enriched breads reduce postprandial glycemc responses in rats. *Nutrition Research*, v. 31, p. 302-308, 2011.

BROWN, I. L. Applications and uses of resistant starch. *Journal of AOAC International*, v. 87, p.727-732, 2004.

CÂNDIDO, L.M.B. Alimentos para fins especiais: Dietéticos. São Paulo: Livraria Varela, 1996.

CAPRILES, V.D.; ARÊAS, J.A.G. Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais. *B. Ceppa*, v. 29, p.129-136, 2011.

CARDOSO, L.d.M.; MONTINI, T.A.; PINHEIRO, S.S.; QUEIROZ, V.A.V.; PINHEIRO SANT'ANNA, H.M.; MARTINO, H.S.D.; MOREIRA, A.V.B. Effects of processing with dry heat and wet heat on the antioxidant profile of sorghum (*sorghum bicolor* L.) *Food Chem*, v.152, p. 201-217, 2014.

CECANE/UNB. Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. Centro Colaborador em ALimentação e Nutrição Escolar, 2010.

CHANAMAI, R.; McCLEMENTS, D.J. Depletion flocculation of beverage emulsions by gum arabic and modified starch. *Journal of Food Science*, v.66, p.457-463, 2001.

CHANG, Y.K.; FLORES, H.E.M. Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaboradas de semolina de trigo durum (*T.durum* L.) e farinha de trigo (*T. aestivum* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.4, 2004.

CHUNG, K.T.; WONG, T.Y.; WEI, C.I.; HUANG, Y.W.; LIN, Y; Tannins and human health: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.38, n.6, p. 421-464, 1998.

CICHELO, M.S.F.; PAVANELLI, A.P.; PALMA, E.J.; ANDRADE, M.A. Alternativas de emulsificantes para a qualidade de massas alimentícias. São Paulo: OXiteno S/A Indústria e Comércio, p.10, 2000.

COLLAR, C.; JIMÉNEZ, T.; CONTE, P.; FADDA, C. Impact of ancient cereals, pseudocereals and legumes on starch hydrolysis and antiradical activity of technologically viable blended breads. *Carbohydrate Polymers*, v. 113, p. 149-158, 2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos Safra 2013/2014. V.1, n.3, p. 1-72, 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos, v.2, n.5, p-1-116, 2015.

DIAMOND, J. Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas. 6ed. Rio de Janeiro:Record, 2005.

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.

DONNELLY, B.J. Pasta: raw materials and processing. *Handbook of Cereal Science and Technology*, p. 763-792, 1991.

DREWNOWSKI, A.; GOMEZ-CARNEROS, C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.72, n.6, p. 1424-1435, 2000.

DUARTE, J. de O. Cultivo do sorgo: Mercado e comercialização. In: *Sistemas de produção*. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/mercado.htm . 2010.

DUODU, K.G. Role of grain organisational structure in sorghum protein digestibility. PhD Thesis, University of Pretoria, South Africa, 2000.

DYKES, L.; ROONEY, L.W. Sorghum and millett phenols and antioxidants. *Journal of Cereal Science*, v.44, n.3, p. 236-251, 2006.

DYKES, L.; SEITZ, L. M.; ROONEY, W. L.; ROONEY, L. W. Flavonoid composition of red sorghum genotypes. *Food Chemistry*, Barking, v. 116, p. 313-317, 2009.

EBERHARDT, M.V.; LEE, C.Y.; LIU, R.H. Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*, v. 405, p. 903-904, 2000.

EGATIRA, E.M.; ALMEIDA, O.F.; BARBIERI, D.; KADA, Y.K.L. O celíaco e a Dieta - Problemas de adaptação e Alimentos Alternativos. *Pediatria (São Paulo)*, v.8, n.1, 1986.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Pesquisa revelam propriedades antioxidantes no sorgo. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2218797/pesquisas-revelam-propriedades-antioxidantes-no-sorgo>>. Acesso em: 02/2015.

EMBRAPA. Comunicado Técnico 164: Análise sensorial de um protótipo de barra de cereais elaborada com pipoca de sorgo, 2008. Disponível em : <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/comunicado/Com_164.pdf> . Acesso em: junho/2016.

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: 15/02/2015.

EZEOGU, L.I., DUODU, K.G., TAYLOR, J.R.N. Effects of endosperm texture and cooking conditions on the in vitro starch digestibility of sorghum and maize flours. *Journal of Cereal Science*, v.42, p.33–44, 2005.

FAGERLI, R.A.; WANDEL, M. Gender differences in opinions and practices with regard to a "Healthy Diet". *Appetite*, v.32, p. 171-190, 1999.

FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Expert Report on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva; 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e0g.htm>. Acesso em 20/02/2015.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, 2013. Disponível em: <http://faosta.fao.org> . Acesso em: 10/01/2015.

FARRAR, J.L.; HARTLE, D.K.; HARGROVE, J.L.; GREENSPAN, P.A. A novel nutraceutical property of select sorghum (*Sorghum bicolor*) brans: inhibition of protein glycation. *Phytotherapy Research*, v.22, n.8, p. 1052-1056, 2008.

FASANO, A.; CATASSI, C. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: An evolving spectrum. *Gastroenterology*, v. 120, n.3, p. 636-651, 2001.

FERGUSON, L.R.; TASMAN-JONES, C.; ENGLYST, H.; HARRIS, P.J. Comparative effects of three resistant starch preparations on transit time and short-chain fatty acid production in rats. *Nutrition and Cancer*, v.36, n.2, p.230-237, 2000.

FERNANDES, M. da S.; SEHN, G.A.R.; LEORO, M.G.V.; CHANG, Y.K.; STEEL, C.J. Effect of adding unconventional raw materials on the technological properties of rice fresh pasta. *Food Science and Technology*, v.33, p. 257-264, 2013.

FERREIRA, S.M.R.; LUPARELLI, P.C.; SCHIEFERDECKER, M.E.M.; VILELA, R.G. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. *Arquivos Latinoamericanos de Nutrición*, v.59, n.4, 2009.

FERREIRA, S.M.R.; MELLO, A.P. de.; ANJOS, M.deC.R.dos; KRUGER, C.C.H.; AZOUBEL, P.M.; ALVES, M.A.deO. Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. *Food Chemistry*, 2015.

FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E.A.G. Aplicação da farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 17, p. 204-212, 2014.

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

GIMÉNEZ, M.A.; GÁMBARO, A.; MIRABALLES, M.; ROASCIO, A.; AMARILLO, M.; SAMMÁN, N.; LOBO, M. Sensory evaluation and acceptability of gluten-free Andean corn spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 95, n.1, p. 186-192, 2014.

GOMES, C.R.; VISSOTTO, F.Z.; FADINI, A.L.; FARIA, E.V. de; LUIZ, A.M. Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates diet em sacarose e light em calorias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, n. 27, v. 3, p. 614-623, 2007.

GONZÁLEZ, P.A.J. Specialty sorghums in direct-expansion extrusion. *Dissertação de Mestrado*, p. 103, 2005.

GULÇIN, I.; HUYUT, Z.; ELMASTAS, M.; ABOUL-ENEIN, H.Y. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry*, v.3, n.1, p. 43-53, 2010.

HEINIO, R.L.; NOORT, M.W.J.; KATINA, K.; ALAM, S.A.; SOZER, N.; KOCK, H.L. de;

HEMAVATHY, J.; BHAT, K.K. Effect of particle size on viscoamylographic behavior of rice flour and vermicelli quality. *Journal of Texture Studies*, v.25, p.469-476, 1994.

HENNINGSON, A.M.; MARGARETAM E.; NYMAN, G.L.; BJORCKM L.M.E. Influences of dietary adaptation and source of resistant starch on short-chain fatty acids in the hindgut of rats. *The British Journal of Nutrition*, v.88, n.3, p.319-237, 2003.

HERNANDO, A.; MUJICO, J.R.; JUANAS, D.; MENDEZ, E. Confirmation of the cereal type in oat products highly contaminated with gluten. *J. Am. Diet. Assoc*, V.106, p.665–666, 2006.

HUMMEL, C. *Macaroni products: Manufacture, Processing and Packing*. Food Trade Press, p. 287, 1966.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares (POF) 2008-2009 : Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil, Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_2014_12.pdf. Acesso em: 05/01/2015.

IPO. International Pasta Organization. The world pasta industry status report 2012. Disponível em: http://www.internationalpasta.org/resources/World%20Pasta%20Industry%20Survey/IP_Ostatreport2013.pdf . Acesso em: 02/02/2015

KELLY, A.L.; MOORE, M.M.; ARENDT, E.K. New product development:the case of gluten-free food products. In: ARENDT, E.K.; DEL BELLO, F. (Ed.) *Gluten-free cereal products and beverages*. London: Elsevier, chap. 8, p. 413-431, 2008.

KHAN, I.; YOUSIF, A.; JOHNSON, S.K.; GAMLATH, S. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. *Food Research International*, v.54, p.578-586, 2013.

KHAN, I.; YOUSIF, A.M.; JOHNSON, S.K.; GAMLATH, S. Effect of Sorghum flour addition on in vitro starch digestibility, cooking quality and consumer acceptability of durum wheat pasta. *Journal of Food Science*, v.79, n.8, p. 1560, 2014.

KOEHL, L.; ZENGA, X.; ZHOUA, B.; DING, Y. Intelligent sensory evaluation of industrial products for exploiting consumer's preference. *Mathematics and Computers in Simulation*, v.77, p.522-530, 2008.

KOERNER, T.B.; CLÉROUX, C.; POIRIER, C.; CANTIN, I.; ALIMKULOV, A.; ELAMPARO, H. Gluten contamination in the Canadian commercial oat supply. *Food Addit. Contam.*, v.28, p 705–710, 2011.

KOHLWEY, D.E.; KENDALL, J.H.; MOHINDRA, R.B. Using the physical properties of rice as a guide to formulation. *Cereal Foods World*, v.40, p. 728-732, 1995.

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids*, v. 23, n.3, p. 988-995, 2009.

LEMLIOGLU-AUSTIN, D.; TURNER, N.D.; MCDONOUGH, C.M.; ROONEY, L.W. Effects of sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] crude extracts on starch digestibility, estimated glycemic index (EGI) and resistant starch(RS) contents of porridges. *Molecules*. V. 17, n.8, p. 11124-11138, 2012.

LOPES, A.B.R.C. Silagem de grãos úmidos de sorgo com alto e baixo tanino para suínos em fase inicial. Tesde de Doutorado, 2004.

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

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Ecofisiologia da Produção de Sorgo. Comunicado técnico n 87, p.2, Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003.

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

MARTINEZ, B.F.; PAU, C.L. Extrusión de sorgo integral e decorticado. *Agronomía Mesoamericana*, Alajuela, v.3, p. 40-44, 1992.

McCLEARY, B.V.; MONAGHAN, D.A. Measurement of resistant starch. *J AOAC Int*. v. 85, p. 665-675, 2002.

MEDEIROS, D.M.; VÁZQUEZ-ARAÚJO, L.; CHAMBERS, E.I.V. Sorghum: the forgotten grain. *Food Tech*, V. 65, n.5, p. 53-60, 2011.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análise de qualidade de uma massa alimentícia mista de mandioquinha-salsa. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v.2, p.27-36, 2006.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Efeito da adição de farinha de mandioca-salsa nas características de massa alimentícia. PUBLICATIO UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, v.11, n.3, o.13-19, 2005.

MINGUITA, A.P. da S. Produção e caracterização de massa alimentícia a base de trigo, arroz polido e feijão carioca com casca biofortificados. Dissertação de Mestrado, 2013.

MOKRANI, A.; MADANI, K. Effect of solvent, time and temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica L.*) fruit. Separation and Purification Technology, 2016.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P. de.; ARAÚJO, E.de L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. Quim Nova, v.28, p.892-896, 2005.

MORATOYA, E.E.; CARVALHÃES, G.C.; WANDER, A.E.; ALMEIDA, L.M. de M. C. Mudanças no padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo. Revista de Política Agrícola, n.1, 2013.

MUNÓZ, A.M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation in quality control. New York: Van Nostrand Reinhold, p. 240, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Food and Nutrition Board. Recommended Dietary Allowance, 10th ed., National Academy Press: Washington, DC, 1989.

NGWENYA, N.R. Effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of sorghum based foods. Dissertação de Mestrado, Texas A&M University, 2007.

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

NUGENT, A. P. Health properties of resistant starch. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, v. 30, p.27-54, 2005.

OLIVEIRA, G.T.de. Caracterização de farinhas de diferentes genótipos de sorgo e efeito da panificação nos teores de amido resistente e antioxidante. Dissertação de Mestrado. UnB- Brasília, 2016.

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

ORMENESE, R.C.S.C.; MISUMI, L.; ZAMBRANO, F.; FARIA, E.V. Influência do uso de ovo líquido pasteurizado e ovo desidratado nas características de massa alimentícia. Ciência E tecnologia de Alimentos, v.24, n.5, p.255-260, 2004.

ORMENESE, R.D.C.S.C.; CHANG, Y.K. Massas alimentícias de arroz:uma revisão. Boletim do CEPPA, v. 20, n.2, p.175-190, 2002.

PAGANI, A.; RESMINI, P.; DALBON, G. Formulazione e produzione di paste alimentari a partire de materie prime non convenzionali. Tecnica Molitoria, v.32, n.5, p.1-24, 1981.

PAGLIARINI, E.; LAUREATI, M.; LAVELLI, V. Sensory evaluation of gluten-free breads assessed by a trained panel of celiac assessors. European Food Research and Technology, v. 231, n.1 , p. 37-46, 2012.

PHIMOLSIRIPOL, Y.; MUKPRASIRT, A.; SCHOENLECHNER, R. Quality improvement of rice-based gluten free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. Journal of Cereal Science, v. 56, n.2, p. 389-395, 2012.

PODSEDEK, A. Natural antioxidantes and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. LWT-Food Sci. Technol., v.40, p. 1-11, 2007.

PRIOR, R.L.; FAN, E.; JI, H.; HOWELL, A.; NIO, C.; PAYNE, M.J.; REED, J. Multi-laboratory validation of a standard method for quantifying proanthocyanidins in cranberry powders. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.90, p. 1473-1478, 2010.

PRIOR, R.L.; FAN, E.; JI, H.; HOWELL, A.; NIO, C.; PAYNE, M.J.; REED, J. Multi-laboratory validation of a standard method for quantifying proanthocyanidins in cranberry powders. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.90, p. 1473-1478, 2010.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. Journal Agriculture and Food Chemistry, v.48, p. 3396-3402, 2000.

QUEIROZ, V.A.V.; CARNEIRO, H.L.; DELIZA, R.; RODRIGUES, J.A.S.; VASCONCELLOS, J.H.d.; TARDIN, F.D.; QUEIROZ, L.R. Genótipos de sorgo para produção de barra de cereais. Pes. agropec. bras, Brasília, v.47, n.2, p.287-293, 2012.

QUEIROZ, V.A.V.; MORAES, E.A.; SCHAFFERT, R.E.; MOREIRA, A.V.; RIBEIRO, S.M.; MARTINO, H.S.D. Potencial Funcional e Tecnologia de processamento do sorgo *Sorghum bicolor* (L.) moench para alimentação humana. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.3, p. 180-195, 2011.

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.

RABEN, A., TAGLIABUE, A., CHRISTENSEN, N. J., MADSEN, J., HOLST, J. J., ASTRUP, A. Resistant starch: the effect on postprandial glycemia, hormonal response, and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 60, p.544-551, 1994.

RAGAEI, S.; ABDEL-AAL, E.M.; NOAMAN, M. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry*, v.98, n.1, p.32-38, 2006.

RAMOS, N.C.; PIEMOLINI-BARRETO, L.T.; SANDRI, I.G. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. *Alim. Nutr.*, v.23, p.33-38, 2012.

RIEDL, K.M.; HAGERMAN, A.E. Tannin-protein complexes as radical scavengers and radical sinks. *J. Agric. Food Chem.*, v.49, p. 4917-4923, 2001.

ROBINS, G.; WILD, D.; HOWDLE, P. Significant numbers of celiac patients on a gluten-free diet do not meet RNI targets for micronutrients. *Gastroenterology*, v. 134, n. 4, p. 363-369, 2008.

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

ROONEY, L.W. Sorghum and millets. In: Henry, R.J.; KETTLEWELL, P.S. (Eds.). *Central Grain Quality*. Chapman & Hall. London, p 153-177, 1996.

ROONEY, L.W. Sorghum and millets. In: Henry, R.J.; KETTLEWELL, P.S. (Eds.). *Central Grain Quality*. Chapman & Hall. London, p 153-177, 1996.

ROONEY, L.W.; SERNA-SALDIVAR, S.O. Food use of whole corn and dry-milled fractions. In: White, P.J; JOHNSON, L.A. *Corn Chemistry and Technology*, American Association of Cereal Chemists, 2a edição, p. 495-535, 2003.

ROSA, J.G.; CALEGARO, M.M. Homens e mulheres: Afinal, somos iguais ou diferentes? Instituto Catarinense de Pós-graduação, 2003.

SAJILATA, M.G.; SINGHAL, R.S.; KULKAMI, P.R. Resistant starch - A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v.5, n.1, p.1-17, 2006

SALUNKHE, D.K.; JADHAV, S.J.; KADAM, S.S.; CHAVAN, J.K. Chemical, biochemical and biological significance of polyphenols in cereals and legumes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.17, n.3, p.277-305, 1982.

SANCHEZ, D.A. White food-type sorghum in direct-expansion extrusion applications master of science. Tese de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Texas A & M University, p.132, 2003.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.76, p.270-276, 1998.

SANTOS, V.S. Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices. Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas, ESALQ/USP, p. 104, 2005.

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

SCHEUER, P.M.; FRANCISCO, A. de.; MIRANDA, M.Z.de.; LIMBERGER, V.M. Trigo:Características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

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

SECZYK, L. SWIECA, M.; GAWLIK-DZIKI, U. Effect of carob flour on the antioxidant potential, nutritional quality and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chemistry*, v.196, p. 637-642, 2016.

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

SHEN, R.L.; ZHANG, W.L.; DONG, J.L.; REN, G.X.; CHEN, M. Sorghum resistant starch reduces adiposity in high-fat diet-induced overweight and obese rats via mechanisms involving adipokines and intestinal flora. *Food and Agricultural Immunology*, v.26, p. 120-130, 2015.

SILLER, A.C.P. In vitro starch digestibility and estimated glycemic index of sorghum products. Dissertação de Mestrado. College Station, TX, USA: Texas A&M University, 2006.

SIMÕES, L.R.C. Desenvolvimento de misturas de farinhas para a produção do pão tipo hamburguer sem glúten. Dissertação (Mestrado), 2009.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v, 16, p. 144-158,1965.

SIVARAMAKRISHNAN, H.P.; SENGE, B.; CHATTOPADHYAY, P.K. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *Journal of Food Engineering*, v. 62, p.37-45, 2004.

SOLÓRZANO, J.W.V. Obtenção e caracterização de farinha extrudada de diferentes genótipos de sorgo para o desenvolvimento de biscoitos doces. Dissertação de Mestrado, p.3, UFRJ, 2013.

SOUZA, C.C.D.; DANTAS, J.P.; SILVA, S.D.M.; SOUZA, V.C.D.; ALMEIDA, F.A.D.; SILVA, L.E.D. Produtividade do sorgo granífero cv. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.25; p. 512-517, 2005.

SUHENDRO, E.L.; KUNETZ, C.F.; McDONOUGH, C.M.; ROONEY, L.W.; WANISKA, R.D. Cooking characteristics and quality of noodles from food sorghum. *Cereal Chemistry*, v.77, p.96-100, 2000.

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.

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

TBCA. Tabela Brasileira de Composição d Alimentos/ USP. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/departamentos/pagina.php?menu=107&pagina=602&departament o=1>. Acesso em: Junho, 2016.

TEIXEIRA, N.de.C; QUEIROZ, V.A.V.; ROCHA, M.C.; AMORIM, A.C.O.; SOARES, T.O.; MONTEIRO, M.A.M.; MENEZES, C.B. de; SCHAFFERT, R.E.; GARCIA, M.A.V.T.; JUNQUEIRA, R.G. Resistant starch content among several sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes and thhe effect of heat treatment on resistant starch retention in two genotypes. *Food Chemistry*, v.197, p.291-296, 2016.

TEMPLE, N.J. Antioxidants and disease: More questions than answers. *Nutr. Res. V. 20*, p.449-459, 2000.

TOMAZ, P.A.; QUEIROZ, V.A.V.; MARTINO, H.S.D.; RIBEIRO, S.M.R.; TARDIN, F.D.; SILVA, C.O. Determinação de minerais em diferentes cultivares de sorgo. In: Simpósio de Iniciação Científica, Viçosa, 2009.

VAZQUEZ-ARAÚJO, L.; CHAMBERS, E.; CHERDCHU, P. Consumer input for developing human food products made with sorghum grain. *Journal of Food Science*, v.77, n. 10, 2012.

VELÁZQUEZ, N.; SÁNCHEZ, H.D.; OSELLA, C.A.; SANTIAGO, L.G. Using white sorghum flour for glúten-free breadmaking. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 63, p. 491-497, 2011.

VORAGEN, A.G.J. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. *Trends in Food Science and Technology*, v.9, n.8-9, p.328-335, 1998.

WANISKA, R.D. Structure, phenolic compounds and antifungal proteins of sorghum caryopses. In: CHANDRASHEKAR, A.; BANDYOPADHYAY, R.; HALL, A.J. (Ed.). *Technical and institutional options for sorghum grain mold management: proceedings of an international consultation*, Patancheru: ICRISAT, 2000.

WANISKA, R.D.; ROONEY, L.W. Sorghum grain quality for increased utilization. In: Leslie, J.F. (Ed.). *Sorghum and Millets diseases*. Iowa State Press, Ames, IA, USA, p. 327-335, 2002.

WILLE, G.M.F.C.; WILLE, S.A.; KOEHLER, H.S.; FREITAS, R.J.S.; HARACEMIV, S.M.C. Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. *Revista FAE*, v.7, n.2, p.33-45, 2004.

WILLET, W.C. Diet and Health: what should we eat. *Science*, V. 254, p. 532-537, 1994.

YOUNG, G.P.; LE, LEU, R.K. Resistant starch and colorectal neoplasia. *Journal of AOAC International*, v.83, n.3, p.775-786, 2004.

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

ZANDONADI, R.P. Massa de banana verde: uma alternativa para exclusão do gluten. *Tese de Doutorado*, UnB, 2009.

ZANDONADI, R.P.; BOTELHO, R.B.; ARAÚJO, W.M. Psyllium as a substitute for gluten in bread. *J. Am. Assoc*, v.109, p. 1781-1784, 2009.

ZANDONADI, R.P.; BOTELHO, R.B.A.; GANDOLFI, L.; GINANI, J.S.; MONTENEGRO, F.M.; PRATESI, R. Green Banana Pasta: An alternative for gluten free diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, v.112, n.7, p. 1068-1072, 2012.

ZASLAVSKY, C.; GUS, I. Idoso: Doença cardíaca e comorbidades. *Arq Bras Cardiol*. V. 79, p. 635-639, 2002.

ZUCOTTI, G.; FABIANO, V.; DILILLO, D.; PICCA, M.; CRAVIDI, C.; BRAMBILLA, P. Intakes of nutrients in Italian children with celiac disease and the role of commercially available gluten-free products. *J Hum Nutr Diet*, v.26, p. 436-444, 2013.

ANEXO 01

Procedimento de Análise de Amido Resistente, Amido Solúvel e Amido Total

- **Objetivo**

Determinação do teor amido resistente, amido solúvel e amido total através do método enzimático.

- **Referências Normativas**

Megazyme International Ireland. Resistent Starch Assay Procedure – K-RSTAR09/14 disponível em: < www.megazyme.com >.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC.17th ed. Washington, 2002. 1 v.

- **Materiais e equipamentos:**

Moinho com abertura de peneira de 1,0 mm

Balança analítica com a aproximação de 0,0001 g

Agitador de tubos (vortex)

Suporte para tubos

Banho-maria com agitação a 37 °C

Centrífuga com capacidade de rotação de 3.000 x g

Banho-maria a 50 °C

Espectrofotômetro UV/Visível operando a 510 nm

pHmetro

Agitador magnético e recipiente para banho de gelo

Balões volumétricos de 1,0 L, 2,0 L e 100 mL

Béqueres de 2,0 L e 1,0 L

Barras magnéticas de 15 mm x 5 mm

Pipetas graduadas de vidro de 20,0 mL

Pipetadores para volumes de 8 mL, 5 mL, 4 mL, 3 mL e 2 mL

Micropipetas para volumes de 1000 µL e 100 µL

Tubos de ensaio de vidro 16 mm x 100 mm, capacidade 14 mL

Tubo para centrífuga em polipropileno de 50 mL

Parafilme

Temporizador digital

- **Reagentes e soluções:**

Acetato de sódio

Ácido acético

Ácido maleico

Álcool etílico 99%

Azida sódica

Cloreto de cálcio di-hidratado

Hidróxido de potássio

Hidróxido de sódio

Kit para determinação de Amido Resistente (K-RSTAR, Megazyme) composto por:

- Frasco 1: Amiloglicosidase (3.300 U mL⁻¹, estável a 4 °C por mais de três anos)
- Frasco 2: α -Amilase pancreática (Pancreatina, 3 unid. Ceralpha/mg, estável a -20 °C por mais de três anos)
- Frasco 3: Concentrado para preparo de tampão para GOPOD (após diluição: tampão fosfato de potássio 1,0 mol L⁻¹, pH 7,4; ácido *p*-hidroxibenzoico 0,22 mol L⁻¹; azida sódica 0,4% (p/v), estável a 4 °C por mais de quatro anos)
- Frasco 4: Reagente com enzimas GOPOD (após diluição: glicose oxidase 12.000 U L⁻¹; peroxidase 650 U L⁻¹; 4-aminoantipirine 0,4 mol L⁻¹, estável a -20 °C por mais de cinco anos)
- Frasco 5: Solução padrão de D-Glicose (1,0 mg/mL em ácido benzóico 0,2%, estável à temperatura ambiente por mais de cinco anos)
- Frasco 6: Controle para Amido Resistente (conteúdo de amido resistente descrito no frasco, variável entre lotes, estável em temperatura ambiente por mais de cinco anos).

• **Preparo das soluções:**

Tampão maleato de sódio (100 mmol L⁻¹, pH 6,0) mais cloreto de cálcio 5 mmol L⁻¹ e azida sódica 0,02% (p/v):

Em béquer de 2,0 L, dissolver 23,2 g de ácido maleico em 1.600 mL de água destilada e ajustar o pH para 6,0, com solução de hidróxido de sódio 4,0 mol L⁻¹ (160 g/L). Adicionar 0,74 g de cloreto de cálcio dihidratado e 0,4 g de azida sódica e dissolver. Transferir para balão volumétrico de 2,0 L e ajustar o volume com água destilada. Solução estável por 12 meses a 4 °C.

Tampão acetato de sódio 1,2 mol L⁻¹, pH 3,8:

Adicionar 69,6 mL de ácido acético glacial (1,05 g/ mL) em 800 mL de água destilada e ajustar o pH para 3,8 usando solução de hidróxido de sódio 4,0 mol L⁻¹. Transferir para balão volumétrico de 1,0 L e ajustar o volume com água destilada. Solução estável por 12 meses à temperatura ambiente.

Tampão acetato de sódio 100 mmol L⁻¹, pH 4,5

Adicionar 5,8 mL de ácido acético glacial em 900 mL de água destilada e ajustar o pH para 4,5, usando solução de hidróxido de sódio 4,0 mol L⁻¹. Transferir para balão volumétrico de 1,0 L e ajustar o volume com água destilada. Solução estável por dois meses a 4 °C.

Hidróxido de potássio 2,0 mol L⁻¹:

Adicionar 112,2 g de hidróxido de potássio em 900 mL de água deionizada e dissolver sob agitação. Transferir para balão volumétrico de 1,0 L e ajustar o volume com água deionizada. Solução estável por mais de dois anos à temperatura ambiente.

Álcool etílico 50% (v/v):

Adicionar 500 mL de etanol 99% em 500 mL de água destilada. Solução estável por mais de dois anos à temperatura ambiente.

Amiloglicosidase (AMG) diluída 300 U mL⁻¹:

Homogeneizar 2,0 mL da amiloglicosidase concentrada (Frasco 1) em 20,0 mL de tampão maleato de sódio (0,1 mol L⁻¹, pH 6,0), obtendo volume final de 22,0 mL. Dividir em alíquotas de 5,0 mL em tubos de polipropileno e congelar. Solução estável por cinco anos a -20 °C. Estável também durante repetidos ciclos de congelamento e descongelamento.

α -Amilase pancreática 10 mg/mL e amiloglicosidase 3 U mL⁻¹:

Imediatamente antes do uso, suspender 1,0 g de α -amilase pancreática (Frasco 2) em 100 mL de tampão maleato de sódio (100 mmol L⁻¹, pH 6,0) e agitar em vortex durante cinco minutos. Adicionar 1,0 mL de amiloglicosidase diluída (300 U mL⁻¹) e misturar bem. Centrifugar por dez minutos a 3.000 x g. Usar o sobrenadante no dia de seu preparo.

Nota: É aconselhável preparar aproximadamente a quantidade necessária para as amostras analisadas no dia, evitando assim o desperdício das enzimas.

Reagente GOPOD (reagente de determinação de glicose)

Em balão volumétrico de 1,0 L, dissolver o conteúdo do Frasco 3 (concentrado para tampão) em água destilada e aferir o volume. Usar 20 mL desta solução para dissolver o conteúdo do Frasco 4 (reagente enzimas GOPOD) e, quantitativamente, transferir para béquer de 1,0 L contendo o restante da solução tampão para GOPOD, já diluída (usar a solução tampão para lavar o Frasco 4). Armazenar em frasco âmbar ou coberto por papel alumínio. Estável por três meses à temperatura de 2 °C a 5 °C, ou por mais de 12 meses a -20 °C. Dividir em alíquotas antes de armazenar a -20 °C, pois, uma vez descongelada, a solução deve ser imediatamente usada. Quando recém-preparado, o reagente pode apresentar cor amarelo-claro ou rosa-claro. O reagente desenvolve coloração rosa-escuro após dois a três meses a 4 °C. A absorbância desta solução deve ser menor que 0,05 quando lida a 510 nm, usando água destilada como branco.

- **Procedimento**

Nota: É recomendável analisar uma amostra controle (Frasco 6) a cada procedimento para conferir a exatidão dos resultados

1 - Hidrólise enzimática e solubilização do amido não resistente (ANR)

Pesar a amostra, previamente moída, em triplicata de 100 mg \pm 5 mg cada, em tubo para centrífuga de 50 mL.

Adicionar 4,0 mL de solução de α -amilase pancreática (10 mg/mL) contendo amiloglicosidase (3 U mL⁻¹), recém-preparada. Tampar bem os tubos e vedar com parafilme.

Incubar em banho-maria a 37 °C e 100 rpm, por 16 horas.

Retirar os tubos do banho-maria, adicionar 4,0 mL de álcool etílico 99% e agitar vigorosamente durante 15 segundos em agitador de tubos a 1.200 rpm.

Centrifugar a 3.000 x g por dez minutos.

Retirar cuidadosamente o sobrenadante com auxílio de um pipetador de 5,0 mL e transferir para balão volumétrico de 100 mL (reservar para a determinação de amido não resistente).

Ressuspender o precipitado em 8,0 mL de álcool etílico 50% e agitar durante dez segundos em agitador de tubos 1.200 rpm.

Centrifugar a 3.000 x g por dez minutos. Retirar o sobrenadante, com cuidado para não suspender o precipitado e transferir para o balão volumétrico de 100 mL reservado para ANR. Repetir esta etapa.

Após a segunda lavagem com álcool etílico 50%, colocar o tubo contendo o precipitado (amido resistente) na capela de exaustão para evaporar o álcool remanescente.

Nota: O precipitado será utilizado para a determinação do amido resistente (AR) e os sobrenadantes (reunidos) para a determinação do amido não resistente (ANR) ou amido solúvel.

2 - Determinação do amido resistente (AR)

Adicionar uma barra magnética dentro de cada tubo contendo o precipitado e colocar em banho de gelo sobre um agitador magnético. Em seguida, acrescentar, sob agitação, 2,0 mL de solução de hidróxido de potássio 2,0 mol L⁻¹ e deixar sob agitação por 20 minutos a aproximadamente 450 rpm.

Nota: Verificar se todo o precipitado foi dissolvido, sem a formação de grumos.

Retirar as amostras do banho de gelo e, ainda sob agitação (aproximadamente 200 rpm) da placa, acrescentar 8,0 mL de tampão acetato de sódio 1,2 mol L⁻¹ (pH 3,8).

Acrescentar 100 μ L de amiloglicosidase concentrada (3.300 U mL⁻¹) e incubar em banhomaria a 50 °C por 30 minutos (agitar em agitador de tubos a cada dez minutos).

Medir o volume final de cada réplica da amostra com o auxílio de pipeta graduada de vidro de 20,0 mL e anotar; retornar a solução para o tubo (normalmente o volume final é de 10,3 mL).

Centrifugar a 3.000 x g por dez minutos.

- Pipetar em duplicata 100 µL do sobrenadante de cada réplica da amostra para tubos de ensaio.
- Preparar um branco com 100 µL de tampão acetato de sódio 0,1 M (pH 4,5).
- Pipetar em triplicata 100 µL do padrão D-glicose (Frasco 5) para tubos de ensaio.

Adicionar 3,0 mL de reagente GOPOD aos tubos contendo a amostra, o branco e o padrão glicose. Agitar em agitador de tubos a 1.200 rpm por apenas cinco segundos.

Incubar em banho-maria a 50 °C por 20 minutos.

Medir a absorbância da amostra (AbsAR) e do padrão glicose (AbsGLI) em espectrofotômetro a 510 nm.

Importante: Se a leitura de AbsAR for acima de 1,3000, o teor de AR da amostra será maior que 10% e poderá ocorrer erro pelo desvio da Lei de Lambert-Beer. Então será necessário efetuar uma diluição, transferindo todo o conteúdo do tubo, após tratamento com amiloglicosidase, para balão volumétrico de 100 mL e completando o volume com água destilada. Transferir uma alíquota de aproximadamente 10 mL para outro tubo de centrífuga de 50 mL e centrifugar, continuando com o procedimento anteriormente descrito.

3 - Determinação do amido não resistente (ANR) ou solúvel

Completar até 100 mL, com tampão acetato de sódio 0,1 mol L⁻¹ (pH 4,5), os balões volumétricos contendo os sobrenadantes obtidos da hidrólise enzimática e subsequentes lavagens com álcool etílico e homogeneizar.

Transferir alíquotas de 100 µL em duplicata para tubos de ensaio, acrescentar 10 µL amiloglicosidase diluída (300 U mL) e agitar manualmente.

Preparar um branco com 110 µL de tampão acetato de sódio 0,1 mol L⁻¹ (pH 4,5).

Incubar em banho-maria a 50 °C por 20 minutos.

Adicionar 3,0 mL do reagente GOPOD preparado e agitar em agitador de tubos a 1.200 rpm por cinco segundos.

Incubar em banho-maria a 50 °C por 20 minutos.

Medir a absorbância das amostras (AbsANR) em espectrofotômetro a 510 nm.

• Cálculo

Amido Resistente (g/100 g):

$$AR = (AbsAR) \times (F) \times (Vf / 0,1) \times (1/1000) \times (100/PS) \times (162/180)$$

$$AR = (AbsAR) \times (F) \times (Vf / PS) \times 0,90$$

Amido Não Resistente (g/100 g):

$$ANR = (AbsANR) \times (F) \times (100/0,1) \times (1/1000) \times (100/PS) \times (162/180)$$

$$\text{ANR} = (\text{AbsANR}) \times (\text{F/PS}) \times 90$$

Amido Total (g/100g):

$$\text{AT} = \text{Amido Não Resistente (g/100 g)} + \text{Amido Resistente (g/100 g)}$$

Onde:

F = fator de conversão da absorbância do padrão glicose (AbsGLI) para microgramas

$$F = 100/(\text{média das AbsGLI})$$

Vf = volume final medido da amostra no tubo ou 100 mL após diluição (para amostras com Abs acima de 1,3000 ou 10% de AR)

1/1000 = conversão de microgramas para miligramas

PS = peso seco da amostra analisada

$$\text{PS} = (\text{peso fresco das amostras}) \times (100 - \text{umidade}) / 100$$

100/PS = fator para obter o resultado de AR e ANR em porcentagem (g/100g)

162/180 = fator de conversão da D-glicose livre obtida em D-glicose anidra (como ocorre no amido).

ANEXO 02

Procedimento de Análise de Amido Amilose e Amilopectina

- **Objetivo**

Determinação do teor de amilose e amilopectina através do método enzimático.

- **Referências Normativas**

Megazyme International Ireland. Amylose/Amylopectin. Assay Procedure – K-AMYL09/14 disponível em: < www.megazyme.com >.

- **Materiais e equipamentos:**

Frasco volumétrico (25 mL)
Tubos de ensaio de vidro (16 x 120 mm , 15 mL) com tampa rosqueável
Micropipetas, de 50-1000 uL
Tubos Eppendorf (2,0 mL)
Banho-maria a 95 °C
Balança analítica com a aproximação de 0,0001 g
Agitador de tubos (vortex)
Centrífuga com capacidade de rotação de 14.000 x g
Espectrofotômetro UV/Visível operando a 510 nm
Temporizador digital
Suporte para tubos
Balões volumétricos de 1,0 L, 2,0 L e 100 mL
Béqueres de 2,0 L e 1,0 L
Barras magnéticas de 15 mm x 5 mm
Tubo Falcon para centrífuga em polipropileno de 50 mL
Parafilme

- **Reagentes e soluções:**

Acetato de sódio
Ácido acético Glacial
Azida sódica
Etanol 95%
Cloreto de Sódio
Cloreto de cálcio di-hidratado
Cloreto de Magnésio hexahidratado
Cloreto de Manganês tetra hidratado
Dimetil Sulfóxido DMSO
Hidróxido de sódio
Kit para determinação de Amilose/Amilopectina (Megazyme) composto por:

- Frasco 1 : Reagente Con A. Estável por > 5 anos a -20 ° C.

- Frasco 2: Amiloglucosidase [200 U em p-nitrofenilo β -maltósido (i. e. 3.300 U de amido a pH 4,5, a 40°C)], mais α -amilase fúngica (500 U de Reagente Ceralpha a pH 5,0 e 40°C) , 2 ml. Estável por > 5 anos a 4°C.
- Frasco 3: Reagente Padrão GodPod . Tampão (50 mL, pH 7,4) , azida sódica e ácido p-hidroxibenzoico (0,095 %w/v). Estável durante > 4 anos a 4°C.
- Frasco 4: GodPod Reagente enzimas. Congelar. Estável por > 5 anos a -20°C.
- Frasco 5 : D-Glicose solução padrão (5 mL, 1,0mg/ml) em 0,2 % (w/v) de ácido benzoico. Estável por > 5 anos à temperatura ambiente.
- Frasco 6: amostra de referência, Amido (com conteúdo especificado de amilose). Estável por > 5 anos à temperatura ambiente.

- **Preparo das soluções:**

Tampão Acetato de Sódio (100 mM , pH 4,5):

Adicionar 5,9 mL de ácido acético glacial (1,05 g/mL) a 900 ml de água destilada. Ajustar o pH para 4,5 pela adição de 1 M (4 g/100ml) de solução de hidróxido de sódio (aprox. 30 ml é necessário). Adicionar 0,2 g de azida de sódica e ajustar o volume a 1L. Estável por > 2 anos à temperatura ambiente.

Concentrado Con A Solvente (6,4 de sódio 600 mM, pH tampão de acetato)

Dissolver 49,2 g de acetato de sódio anidro, 175,5 g de cloreto de sódio, 0,5 g de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,7 g de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ e 0,7 g de $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ em 900 mL de água destilada . Ajustar o pH para 6,4 por adição de ácido acético glacial e, em seguida ajustar o volume para 1L com água destilada. Estável durante 2 semanas a 4°C.

NOTA: Ao preparar esta mistura tampão, é essencial que o pH seja ajustado muito cuidadosamente. Se o pH cair significativamente abaixo de 6,4 poderá formar um precipitado. Consequentemente, este reagente deverá ser descartado e um novo lote preparado.

Con A Solvente (concentração de trabalho)

Diluir 30 ml do concentrado Con A solvente ajustado para 100 ml com água destilada. Use no dia da preparação.

Reagente Com A:

Homogeneizar o conteúdo do Frasco 1 em 50,0 mL do Com A Solvente (concentração de trabalho). Dividir em alíquotas de 2,0 mL em tubos de polipropileno e congelar. Solução estável por cinco anos a -20 °C.

Amiloglicosidase (AMG) diluída 300 U mL⁻¹:

Homogeneizar 2,0 mL da amiloglicosidase concentrada (Frasco 2) em 20,0 mL de tampão maleato de sódio (0,1 mol L⁻¹, pH 4,5), obtendo volume final de 22,0 mL. Dividir em alíquotas de 2,0 mL em tubos de polipropileno e congelar. Solução estável por cinco anos a -20 °C. Estável também durante repetidos ciclos de congelamento e descongelamento.

Reagente GOPOD (reagente de determinação de glicose)

Em balão volumétrico de 1,0 L, dissolver o conteúdo do Frasco 3 (concentrado para tampão) em água destilada e aferir o volume. Usar 20 mL desta solução para dissolver o conteúdo do Frasco 4 (reagente enzimas GOPOD) e, quantitativamente, transferir para béquer de 1,0 L contendo o restante da solução tampão para GOPOD, já diluída (usar a solução tampão para lavar o Frasco 4). Armazenar em frasco âmbar ou coberto por papel alumínio. Estável por três meses à temperatura de 2 °C a 5 °C, ou por mais de 12 meses a -20 °C. Dividir em alíquotas antes de armazenar a -20 °C, pois, uma vez descongelada, a solução deve ser imediatamente usada. Quando recém-preparado, o reagente pode apresentar cor amarelo-claro ou rosa-claro. O reagente desenvolve coloração rosa-escuro após dois a três meses a 4 °C. A absorvância desta solução deve ser menor que 0,05 quando lida a 510 nm, usando água destilada como branco.

- **Procedimento**

Nota: É recomendável analisar uma amostra controle (Frasco 6) a cada procedimento para conferir a exatidão dos resultados

1 – Pré-tratamento do amido

Pesar a amostra, previamente moída, em triplicata de 20-25 mg ± 0,1 mg cada, em tubo para centrífuga de 15 mL.

Adicionar 1 mL de DMSO ao tubo, agitando-o suavemente em baixa velocidade no vortex. Tapar o tubo e colocar em água fervente até que a amostra esteja completamente dissolvida (aprox. 1 min).

Misture vigorosamente o conteúdo do tubo no vortex e coloca-lo em água fervente durante 15 min.

Deixar esfriar a temperatura ambiente por 5 min e adicionar 2 mL de 95 % (v/v) de etanol. Agitar no vortex. Adicionar mais 4 mL de etanol, tampar e voltar ao vortex. Um precipitado de amido vai se formar. Deixar descansar à temperatura ambiente por 15 minutos (ou durante a noite se necessário).

Centrifugar os tubos a 3.000 g por 10 minutos e desprezar o sobrenadante. Verter os tubos sobre papel absorvente por 10 min para certificar a completa remoção do etanol. Utilizar o sedimento na subsequente determinação de amilose e de amido.

Adicionar 2 mL de DMSO ao amido sedimentar e agitar no vortex. Colocar o tubo em água fervente por 15 minutos. Certifique-se de que não existem pedaços gelatinosos.

Ao retirar os tubos do banho, imediatamente adicione 4 ml de Con A solvente (concentração de trabalho), misture bem e , em seguida, transferir quantitativamente o conteúdo do tubo (por repetidas lavagens com Con A solvente), para um balão volumétrico de 25 mL (**Solução A**).

NOTA: Esta solução deve ser analisada dentro de 2 h.

2 – Precipitação de amilopectina e determinação de amilose

Transferir 1,0 mL da Solução A, para um Eppendorf de 2,0 ml. Adicionar 0,50 ml de reagente Con A. Tampar o Eppendorf e misturar delicadamente por inversão repetida. Evite a formação de espuma na amostra .

Deixar em repouso à temperatura ambiente durante 1 h. Centrifugar a 14000 g durante 10 minutos em uma microcentrífuga.

Transferir 1 ml do sobrenadante para um tubo falcon de 15 mL. Adicionar 3 ml de tampão de acetato de sódio 100 mM , pH 4,5. Este reduz o pH para ~ 5. Misturar no vortex e aquecer em um banho de água fervente por 5 min para desnaturar a Con A.

Colocar o tubo em banho-maria a 40°C e deixar equilibrar durante 5 min. Adicionar 0,1 ml de enzima amiloglucosidase / α - amilase e incubar a 40°C durante 30 min. Centrifugar á 3.000 g, durante 5 min.

Retirar em triplicata alíquotas de 1,0 mL do sobrenadante e adicionar 4 ml de GodPod Reagente. Incubar a 40°C durante 20 min. Incubar um branco e os controles de D-glicose simultaneamente.

NOTA:

O branco é preparado por adição de 1,0 mL de 100 mM tampão de acetato de sódio a 4,0 mL de GodPod Reagente e incubando a 40°C durante 20 min.

Os controles de D-glicose (em duplicata) compreendem 0,1 ml de D-glucose solução padrão com 0,9 ml de tampão de acetato de sódio e 4,0 ml de GodPod reagente. Este valor não é utilizado no cálculo, no entanto, sugerem que ela é realizada para assegurar que não existem problemas com esta parte do ensaio.

Leia a absorvância de cada amostra e os controles de D-glicose a 510 nm contra o branco de reagente.

3 - Determinação do amido total

Misturar 0,5 ml da **Solução A** com 4 mL de acetato de sódio 100 mM tampão, pH 4,5.

Adicionar 0,1 ml de solução de amiloglucosidase/ α -amilase e incubar a mistura a 40°C durante 10 min.

Transferir 1,0 mL de alíquotas (em duplicata) desta solução para tubos de ensaio, adicionar 4 ml de GodPod Reagente e misturar bem. Incubar a 40°C durante 20 min . Esta incubação deve ser realizada simultaneamente com as amostras e os padrões de Seção B acima.

Leia a absorbância de cada amostra a 510 nm contra o branco de reagente.

- **Cálculo**

Amilose, % (w/w):

$(\text{Absorbância Amilose} / \text{Absorbância Amido Total}) \times 66.8$

ANEXO 03

Procedimento para Preparo de Extratos com Compostos Bioativos

- **Referências Normativas**

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.

- **Materiais**

Tubos falcon de 15 mL
Tubos falcon de 50mL
Balão volumétrico de 50 mL
Funil de 30 mL
Vidro âmbar de 50 mL
Pipetas automáticas com ponteiras de 10mL

- **Preparo das soluções:**

Solução metanol 70% acidificado com 1% HCl:

Em balão volumétrico de 1 L, adicionar 690 mL de álcool metílico; adicionar água destilada, depois adicionar 10mL de ácido clorídrico e completar o volume para 1.0 L com água destilada, homogeneizar e transferir para um frasco de vidro devidamente etiquetado. Armazenar em temperatura ambiente por tempo indeterminado

Solução acetona 70%

Em balão volumétrico de 1 L, adicionar 700 mL de acetona; completar o volume para 1.0 mL com água destilada, homogeneizar e transferir para um frasco de vidro devidamente etiquetado. Armazenar em temperatura ambiente por tempo indeterminado.

- **Procedimento:**

Em um falcon de 15 mL, pesar 0,5 g de amostra. Anotar o peso exato.

Adicionar 10 mL de metanol 70% 1% HCl, homogeneizar em mesa agitadora por 2 horas e manter em repouso overnight.

No dia seguinte, centrifugar a 4000 rpm por 10 minutos.

Recolher o sobrenadante para um falcon de 50 mL.

Adicionar 10 mL de metanol 70% 1% HCl ao resíduo da primeira extração (no falcon de 15 mL).

Homogeneizar em mesa agitadora por 30 minutos.

Centrifugar a 4.000 rpm por 10 minutos e recolher o sobrenadante para o falcon de 50 mL.

Repetir a extração com acetona 70% (10mL) duas vezes, totalizando quatro extrações.

Transferir o conteúdo do falcon de 50 mL para um balão volumétrico de 50 mL com auxílio de um funil. Avolumar com água destilada.

Transferir o conteúdo do balão para o vidro âmbar com o auxílio de um funil, filtrando o extrato com lã de vidro.

Manter o extrato congelado até o momento das análises.

ANEXO 04

Procedimento para Análise de Fenólicos Totais

- **Referências Normativas**

LARRAURI, J.A./ RUP[EREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. J. Agric Food Chem. v.45, p. 1390-1393 (1997).

- **Materiais**

Espectrofotômetro com cubetas

Tubos de ensaio

Pipetas automáticas com ponteiras (100uL, 1mL, 10mL)

- **Preparo das soluções:**

Solução de carbonato de sódio a 20%

Pesar em um béquer de 100mL 20g de carbonato de sódio. Transferir para um balão de 100mL com auxílio de 1 funil e de água destilada. Lavar o béquer 3 vezes com pequenas porções da água destilada. Completar o volume. Deixar descansar por 12 horas, filtrar e transferir para um frasco plástico. Armazenar em temperatura ambiente por tempo indeterminado.

Folin-Ciocalteu 1:3

Em uma proveta, medir 50 mL do reagente Folin Ciocalteu e transferir para um frasco âmbar. Na mesma proveta, medir 150 mL de água destilada e acrescentar no mesmo frasco. Preparar no dia da análise.

- **Curva Padrão de Ácido gálico**

Todos os procedimentos devem ser feitos ao abrigo da Luz.

Pesar 0,01g de ácido gálico. Transferir cuidadosamente para um balão volumétrico de 100 mL. Esta é a solução mãe (100µg/mL). Avolumar com água.

A partir da solução mãe, preparar diluições em triplicatas variando a concentração de 10 a 100 µg/mL.

Tabela 1. Curva padrão de ácido gálico

Concentração ($\mu\text{g/mL}$)	Solução de ácido gálico (μL)	Água destilada (μL)	Abs média
10	500	4500	0,178
20	1000	4000	0,360
30	1500	3500	0,528
40	2000	3000	0,685
50	2500	2500	0,868
60	3000	2000	1,033
70	3500	1500	1,194
80	4000	1000	1,313

Pipetar em triplicata 1 mL de cada diluição.

Pipetar 1 mL da solução Folin em cada repetição e no branco (1 ml de água destilada)

Incubar por 1 minuto.

Adicionar 2,0 mL de carbonato de sódio a 20% e 2 mL de água destilada.

Incubar por 30 minutos a temperatura ambiente ao abrigo da luz.

Ler a absorbância a 700nm usar água destilada como branco.

Plotar em planilha as concentrações de ácido gálico ($\mu\text{g/mL}$) no eixo X e as respectivas absorbâncias no eixo Y e calcular a equação da reta.

$$\text{Equação da reta: } y = 0,0164x + 0,03, R^2 = 0,998$$

• **Procedimento:**

Pipetar em triplicata 1 mL da amostra.

Pipetar 1 mL da solução Folin em cada repetição e no branco (1 ml de água destilada).

Incubar por 1 minuto.

Adicionar 2,0 mL de carbonato de sódio a 20% e 2 mL de água destilada.

Homogeneizar e incubar por 30 minutos a temperatura ambiente ao abrigo da luz.

Ler a absorbância a 700nm, usando água destilada como branco.

A partir das absorbâncias obtidas, substitui-las na equação (X) e obter o resultado em mg/mL.

ANEXO 05

Procedimento para Análise de Taninos Totais

- **Objetivo**

Determinação colorimétrica de proantocianidinas pelo método dmac.

- **Referências Normativas**

PRIOR, R.L.; FAN, E.; JI, H.; HOWELL, A.; NIO, C.; PAYNE, M.J.; REED, J. Multi-laboratory validation of a standard method for quantifying proanthocyanidins in cranberry powders. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.90, p. 1473-1478, 2010.

- **Materiais**

Balão volumétrico de 10 ml.
Becker
Pipeta de 100 µL
Pipeta de 1mL
microplaca de poliestireno com 96 cavidades
Espectrofotômetro de microplaca

- **Reagentes**

Etanol absoluto
Padrão antocianidina B2
DMAC (4-dimethylsminocinnamaldehyde)
HCl

- **Preparo das soluções**

Preparar solução DMAC (0,1%)

Pesar 50mg de reagente DMAC. Dissolver completando o volume com etanol em um balão de 50ml. Em um vidro ambar, adicionar 37,5ml desta solução com 6,25ml de água destilada e 6,25 ml de HCl (Adicionar o HCl na capela). Esta é a solução DMAC 0,1% em etanol: água: ácido clorídrico (75: 12,5: 12,5 v/v/v).

- **Curva Padrão de Proantocianidina B2**

Pesar 1000µg (1 mg) de proantocianidina B2 e dissolver em etanol em um balão volumétrico de 10ml (esta é a solução mãe).

Fazer as diluições conforme tabela abaixo:

Tabela 1. Curva padrão de procianidina

Concentração (Proantocianidina)	Solução de Proantocianidina (100µg/ml)	Volume de etanol (µL)	Absorbância média
10	200	1800	0,178
20	400	1600	0,360
30	600	1400	0,528
40	800	1200	0,685
50	1000	1000	0,868
80	1600	400	1,033
100	2000	0	1,194

Pipetar em triplicata 70 µL de cada concentração e adicionar 210 µL do reagente DMAC na microplaca de poliestireno com 96 cavidades.

Preparar o branco com 70 µL de etanol e 210 µL do reagente DMAC.

Colocar no espectrofotômetro de placa, aguardar 25 minutos e realizar leitura em espectrofotômetro a 630 nm, zerando o equipamento com o branco.

Tabular dados para obter valor de R^2 e equação da reta.

$$y = 0,016x + 0,038 \quad R^2 = 0,998$$

- **Procedimento**

Pipetar na microplaca de polietileno, em triplicata, 70 µL de cada extrato e adicionar 210 µL do reagente DMAC.

Colocar no espectrofotômetro de placa, aguardar 25 minutos e realizar leitura em espectrofotômetro a 630 nm, zerando o equipamento com o branco.

A partir das absorbâncias obtidas, substituí-las na equação (X) e obter o resultado em mg/mL.

ANEXO 06

Procedimento para Análise DA Atividade antioxidante por DPPH

- **Referências Normativas**

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology, Londres, v.28, p.25-30. 1995. Com modificações.

- **Preparo das soluções**

Solução de DPPH 0,06mM

Dissolver 2,4 mg de DPPH em álcool metílico e completar o volume para 100 mL em um balão volumétrico com álcool metílico, homogeneizar e transferir para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado. Preparar e usar apenas no dia da análise.

- **Curva Padrão de TROLOX**

Pesar 0,0125 g de Trolox em béquer de 10mL

Transferir quantitativamente (lavar o béquer com metanol 3 vezes) para balão de 50 mL (concentração de 998,84 μ M) e completar o volume com metanol. Esta é a solução Mãe

Diluir a solução mãe para obter as concentrações da Tabela 1

Tabela 1: curva padrão de Trolox

Solução de Trolox (mL)	Solução de álcool Metílico (mL)	Concentração μ M	Abs média
0,25	3,75	50	0,662
0,5	3,5	100	0,623
1,0	3,0	200	0,551
1,5	2,5	300	0,470
2,0	2,0	400	0,402
2,5	1,5	500	0,354
3,0	1,0	600	0,272
3,5	0,5	700	0,219
4,0	0,0	800	0,172

Cada diluição deverá ser pipetada e lida em triplicata

Para cada concentração, pipetar 0,1 mL da diluição + 3,9mL de solução DPPH (0,06mM), incubar pelo tempo determinado no EC50 e ler as absorbâncias.

Usar 4 cubetas, sendo 1 para o branco

BRANCO = 0,1mL de água destilada + 3,9mL de metanol

TUBO CONTROLE: 0,1mL de água destilada e 3,9mL de DPPH 0,06mM. Ler a absorbância.

Para determinar a curva padrão de Trolox, encontrar o % de Inibição de cada diluição da solução mãe com o auxílio da equação abaixo:

$$\% \text{ Inibição} = (\text{AbsDPPH} - \text{Absconcentração}) \times 100$$

Onde, AbsDPPH é a absorbância do tubo controle e Absconcentração é a absorbância média da concentração usada para construir a curva padrão. Realizar esse cálculo para todas as diluições.

Plotar as concentrações de Trolox no eixo X e os % de inibição no eixo Y para encontrar a curva padrão.

$$\text{Equação da reta: } y = 0,098x - 1,485, R^2 = 0,996$$

- **Determinação do tempo EC50**

Em ambiente escuro, transferir uma alíquota de 0,1mL da diluição adequada do extrato para tubos de ensaio com 3,9mL de DPPH (0,06mM) e homogeneizar em agitador de tubos.

Realizar leitura da absorbância da solução controle.

Utilizar álcool metílico, como branco, para calibrar o espectrofotômetro.

As leituras das absorbâncias (515nm) devem ser monitoradas a cada cinco minutos, onde é observada a redução da absorbância até sua estabilização. A leitura da absorbância final para o cálculo do EC50 só deve ser feita após a estabilização da absorbância (tempo EC50). Neste caso, as leituras foram realizadas após 30 minutos.

Para experimentos posteriores, com uma mesma amostra, a leitura pode ser feita apenas no tempo estabelecido anteriormente (tempo EC50), acompanhado, também, da leitura inicial do controle.

- **Procedimento**

Pipetar 0,1 mL da amostra + 3,9mL de solução DPPH (0,06mM), incubar pelo tempo determinado no EC50 (30 minutos) e ler as absorbâncias.

A partir da absorbância do tubo controle, determinar o % de inibição do extrato. Utilizar o % de inibição das amostras e a equação da reta de Trolox para encontrar a concentração de Trolox equivalente presente na amostra.

A atividade antioxidante total (AAT) será expressa em μmol de trolox equivalente/g de matéria fresca ($\mu\text{mol TE.g}^{-1}$ MF).

ANEXO 07

Procedimento para Análise DA Atividade antioxidante Total por FRAP

- **Referências Normativas**

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, v. 48, p. 3396-3402, 2000.

- **Preparo das soluções**

Solução de HCl 40mM

Adicionar 3,34 mL de HCl concentrado em balão volumétrico de 1 L e completar o volume com água destilada. Homogeneizar e armazenar em temperatura ambiente por tempo indeterminado.

Solução de TPTZ 10mM

Pesar 312mg de TPTZ e avolumar em balão volumétrico de 100 mL com HCl (40mM). Homogeneizar e armazenar sob refrigeração por até 1 mês.

Solução de Cloreto Férrico 20mM

Dissolver 540mg de cloreto férrico em água destilada, transferir para um balão volumétrico de 100 mL e completar até o volume final com água destilada. Homogeneizar e armazenar sob refrigeração por até 1 mês.

Tampão acetato 0,3M, pH 3,6

Em um béquer de 1000 mL, dissolver 40,8 g de acetato de sódio em 16 mL de ácido acético glacial. Adicionar 800 mL de água destilada e verificar o pH em pHâmetro. Se necessário, ajustar pH com solução HCl 40mM. Transferir para um balão volumétrico de 1L e completar o volume final com água destilada. Homogeneizar e armazenar sobre refrigeração por tempo indeterminado.

Solução de reagente FRAP

Preparar o Reagente FRAP no momento da análise.
O reagente FRAP é obtido a partir da combinação:

- 25mL de tampão acetato 0,3M
- 2,5mL de solução TPTZ 10mM

- 2,5mL de solução aquosa de cloreto férrico 20mM

- **Curva de calibração de TROLOX**

Pesar 0,01 g de Trolox em béquer de 10mL

Transferir quantitativamente (lavar o béquer com metanol 3 vezes) para balão de 50 mL (concentração de 800 μ M) e completar o volume com metanol . Esta é a solução Mãe

Diluir a solução mãe para obter as concentrações da Tabela 1

Tabela 1: curva padrão de Trolox

Concentração μ M	Solução de Trolox (mL)	Solução de álcool Metílico (mL)	Abs média
50	0,25	3,75	0,058
100	0,5	3,5	0,149
200	1,0	3,0	0,286
300	1,5	2,5	0,418
500	2,5	1,5	0,655
800	4,0	0	1,081

Transferir, em triplicata, uma alíquota de 90 μ L de cada concentração para tubos de ensaio.

Acrescentar 270 μ L de água destilada;

Misturar 2,7mL de reagente FRAP;

Homogeneizar e manter em banho-maria a 37°C por 30 minutos.

Realizar leitura a 595nm, utilizando o reagente FRAP como branco.

Plotar em planilhas as concentrações de Trolox (μ M) no eixo X, e as respectivas absorbâncias no eixo Y e calcular a equação da reta;

$$\text{Equação da reta: } y = 0,001x + 0,013, R^2 = 0,989$$

- **Procedimento**

Todos os procedimentos devem ser realizados ao abrigo da luz.

Diluir os extratos conforme seja necessário.

Transferir uma alíquota de 90 μ L de cada diluição do extrato para tubos de ensaio (em triplicata)

Acrescentar 270 μ L de água destilada;

Misturar 2,7mL de reagente FRAP;

Homogeneizar e manter em banho-maria a 37°C por 30 minutos.

Realizar leitura a 595nm, utilizando o reagente FRAP como branco.

Para encontrar a concentração de trolox equivalente referente à atividade antioxidante por FRAP na diluição do extrato, substituir a média das absorbâncias de cada amostra na variável y da equação da reta da curva padrão.

Os resultados da atividade antioxidante são expressos em μ Mol de Trolox equivalente/g.

ANEXO 08
PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA E PESQUISA



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)

APÊNDICE 01



UnB
Ciências da Saúde

Faculdade de

Departamento de pós Graduação em Nutrição Humana

TELEFONE (061) 3107-1779

E-mail: pgnut@unb.br

<http://fs.unb.br>

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Aceitação de massas alimentícias a base de farinha de sorgo

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de mestrado da pesquisadora Lícia Camargo Orlandin orientada pela professora Raquel Braz Assunção Botelho do Programa de Pós Graduação em Nutrição Humana da Universidade de Brasília: “**Elaboração e caracterização sensorial de Massa Alimentícia isenta de glúten a partir de distintos genótipos de sorgo**”.

O objetivo dessa pesquisa é avaliar a qualidade sensorial de massas alimentícias à base 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, por meio da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A sua participação será por meio da degustação de amostras de massas alimentícias e do preenchimento de questionários de avaliação sensorial dos produtos. O teste tem um tempo estimado de 15 minutos de duração. Informamos que você pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para você. Sua participação é voluntária, e não há pagamento por sua colaboração.

Você receberá seis amostras codificadas com números em embalagens descartáveis de plástico. Para cada amostra, você deverá primeiramente marcar o quanto gostou ou desgostou da amostra usando a escala apresentada que varia de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”. 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.

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 o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para Lícia Camargo Orlandin, na instituição: Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília telefone: (061) 3107-1779, no horário: 08 às 12h e 14 às 18h.

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

Lícia Camargo Orlandin

CRQ SP 04266377

Brasília, ____ de _____ de _____

APÊNDICE 02

QUESTIONÁRIO DE RECRUTAMENTO DE AVALIADORES

IMPORTANTE: AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE QUESTIONÁRIO SÃO CONFIDENCIAIS.

Ser um provador 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. Caso você atenda aos requisitos mínimos necessários, você será convidado a participar do teste sensorial.

Dados pessoais:

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: _____

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

- () Sorgo () Farinha de arroz
() Ovo () Psyllium
() Fécula de Batata () Outros: _____

Você gosta de macarrão?

- () Sim () Mais ou menos () Não

Com que frequência você consome macarrão?

- () 2 ou mais vezes por semana () 1 ou mais vezes a cada 6 meses
() 1 ou mais vezes por mês () Raramente
() 1 ou mais vezes a cada 3 meses

Você consome massas alimentícias sem glúten? () Raramente

- () 2 ou mais vezes por semana
() 1 ou mais vezes por mês
() 1 ou mais vezes a cada 3 meses
() 1 ou mais vezes a cada 6 meses

