

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GISELE KIRCHBANER CONTINI

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA INTEGRAL DE CENTEIO E FARINHA INTEGRAL DE
FEIJÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE MUFFINS COM ALTO VALOR
NUTRICIONAL**

PONTA GROSSA – PR

2020

GISELE KIRCHBANER CONTINI

UTILIZAÇÃO DE FARINHA INTGRAL DE CENTEIO E FARINHA INTEGRAL DE
FEIJÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE *MUFFINS* COM ALTO VALOR
NUTRICIONAL

Dissertação apresentada como requisito
para obtenção do título de Mestre em
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
Programa de Pós-Graduação em Ciência
e Tecnologia de Alimentos da
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate

PONTA GROSSA - PR

2020

C762 Utilização de farinha integral de centeio e farinha integral de feijão para o desenvolvimento de *Muffins* com alto valor nutricional / Gisele Kirchbaner Contini. Ponta Grossa, 2020.
99 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate.

1. Amido. 2. secale cereale L.. 3. *Phaseolus vulgaris* L.. 4. Pulses. 5. Minibolo. I. Demiate, Ivo Mottin. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências e Tecnologia de Alimentos. III.T.

CDD: 664.2

TERMO DE APROVAÇÃO

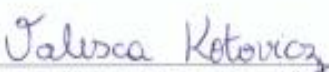
GISELE KIRCHBANER CONTINI

UTILIZAÇÃO DE FARINHA INTEGRAL DE CENTEIO E FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE MUFFINS COM ALTO VALOR NUTRICIONAL.

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:


Prof. Dr. Ivo Mottin Demiatte - UEPG - PR


Prof. Dr. Valesca Kotovicz - UNICENTRO - PR


Prof. Dr. Deise Rosana Silva Simões - UEPG - PR

Ponta Grossa, 03 de março de 2020.

Dedico a minha família que sempre me apoiou e
apoia todas as minhas decisões.
Ao meu marido, que sempre me ajuda, incentiva, e
enaltece todas as minhas conquistas.
A minha filha amada e guerreira, que sempre foi
forte e corajosa!
Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Encerrando mais uma etapa em minha vida, sinto uma enorme gratidão a Deus, pela minha família, pelas minhas conquistas e por conceder-me saúde e força para superar todas as dificuldades encontradas nessa trajetória.

Agradeço meu marido Marlon, pelo apoio e incentivo incondicional, o qual não mediu esforços para que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos meus pais Ivo e Lilia pelo apoio, carinho e incentivo, por acreditarem que essa conquista seria possível e por não permitirem que eu desistisse.

Agradeço a minha amada e querida filha Ana Lívia, que do seu jeitinho sempre me apoiou e acompanhou em várias aulas. Obrigada por ser a companheira da mãe.

A CAPES, pela bolsa recebida, e a UEPG por dispor de suas instalações onde o trabalho foi desenvolvido.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ivo Mottin Demiate, pela oportunidade de aprendizado, pela ajuda, incentivo e apoio durante o trabalho os quais foram fundamentais para a minha formação.

As professoras Dra, Deise Rosana Silva Simões, Dra. Valesca Kotovicz e a Dra, Renata Dinnies Santos Salem, pelas valiosas correções com a escrita científica.

À Denise Mendes, disposta, solícita e sorridente ao ajudar com as análises físico-químicas.

Aos amigos que me ajudaram nas análises de laboratório, sem medir esforços: Paulo, Rafaela, Roseline, Barbara, Alana, Vanessa, Ana Claudia e Danieli que estiveram comigo durante a pós-graduação e fazem parte dessa conquista.

As empresas Moinho São Luiz e Feijões Pontarolo pela doação das amostras de farinha integral de centeio e feijões.

Obrigada!

“Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem desanime, pois o senhor, o seu Deus, está contigo por onde andar.”

Josué 1:9

RESUMO

A combinação da farinha de cereais com farinha de leguminosas resulta em produtos menos calóricos, com altos conteúdos de fibras, proteínas, minerais e compostos antioxidantes. Desta forma, este trabalho teve como objetivo, desenvolver, caracterizar e avaliar sensorialmente produtos elaborados com diferentes proporções de farinha integral de centeio e farinha integral de feijão preto comum. Foram realizadas análises físico-químicas e físicas para caracterização dos amidos, farinhas e do produto desenvolvido, bem como, análise sensorial para verificar a aceitabilidade e caracterização do *muffin*. Foi possível verificar que a farinha integral de centeio é a mais luminosa possui maior teor de umidade, cinzas, menor temperatura de pasta e maior viscosidade máxima, já a farinha integral de feijão possui maior teor de proteínas, lipídeos e distribuição granulométrica heterogênea. O amido de feijão possui maior temperatura de pasta, viscosidade máxima, tendência a retroação e menor cristalinidade relativa. A formulação que obteve maior nota na aceitabilidade com substituição total da farinha integral de trigo, foi aquela contendo 70% farinha integral de centeio e 30% da farinha integral de feijão (F2). Esta amostra foi caracterizada como *muffin* com alta qualidade, sabor de chocolate, odor de chocolate, massa leve e macio. Sua textura foi definida como baixa dureza, mastigabilidade e alta coesividade. A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que a formulação F2 possui alto teor de fibras (20%), baixo teor de lipídeos (8%), contendo 32% de amido resistente, 9% de proteínas e com 51,43 mg GAE. 100⁻¹ de fenólicos totais, podendo ser considerado uma ótima opção de alimento nutritivo.

PALAVRAS-CHAVE: amido, *Secale cereale* L. , *Phaseolus vulgaris* L., pulses mini-bolo.

ABSTRACT

A combination of cereal flour and leguminous flour results in less caloric products, with high contents of fibers, proteins, minerals and antioxidant compounds. In this way, this work aimed to develop, characterize and sensorially evaluate products made with different proportions of whole rye flour and whole black bean whole flour. Physical and chemical tests were carried out to characterize starches, flours and developed products (muffins). It was possible to verify that wholegrain rye flour is the most luminous and has a higher content of ashes, lower dough temperature and higher maximum viscosity, since whole bean flour has a higher content of proteins, lipids and heterogeneous granulometric distribution. Bean starch has a higher dough temperature, maximum viscosity, tendency to retrogress and less relative crystallinity. Sensory analysis was performed to verify the acceptability and characterization of the muffin. The substitution that significantly reduced the acceptability with total substitution of whole wheat flour, was 70% of whole flour and 30% of whole bean flour (F2). This sample was characterized as a high quality muffin, chocolate flavor, chocolate odor, light and soft pastry. Its texture was defined as low durability, chewability and high cohesiveness. From the results obtained, it was possible to conclude that F2 has a high fiber content (20%), low lipid content (8%), 32% resistant starch, 9% protein and 51.43 mg of GAE. 100-1 of total phenolics, can be considered a great nutritious food option.

KEYWORDS: starch, *Secale cereale* L. , *Phaséolus vulgaris* L., pulses, mini cake.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (a) Imagens de grãos de centeio, (b) Grãos de trigo.....	16
Figura 2 - Estudos sobre a farinha de centeio realizados por ano desde 1944 a 2018.	19
Figura 3 - Representação esquemática da amilose e amilopctina.	23
Figura 4 - Perfil típico de RVA de uma amostra de amido.....	25
Figura 5 - Fluxograma da digestibilidade do amido no sistema gastrointestinal humano.	26
Figura 6 - Etapas do processamento de <i>muffins</i>	37
Figura 7 - Perfil granulométrico das farinhas integrais de centeio e feijão.	54
Figura 8 - Perfil viscoamilográfico das farinhas integrais de centeio e feijão.....	59
Figura 9 - Perfil viscoamilográfico dos amidos de centeio e feijão.	59
Figura 10 -Padrões de difração de raios X.	61
Figura 11 - Imagens de FEG do amido de centeio.....	63
Figura 12 -Imagens de FEG do amido de feijão.....	63
Figura 13 -Imagens dos <i>Muffins</i> prontos	64
Figura 14 -Frequência de consumo dos avaliadores para o tipo de produto bolo tipo <i>Muffin</i>	70
Figura 15 - Resultados relacionados ao questionamento se os consumidores pagariam a mais pela amostra.	70
Figura 16 - Frequências de penalidade da análise da escala do ideal para <i>muffins</i> elaborados com farinha integral de feijão, farinha integral de centeio e farinha integral de trigo. (A - F1, B – F2, C – F3, D – F4).....	73
Figura 17 - Perfil característico de <i>Muffins</i> elaborados com farinhas integrais de feijão e centeio.	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações utilizadas para a elaboração dos bolos tipo <i>Muffin</i>	47
Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas das farinhas integrais e amidos de centeio e feijão	56
Tabela 3 - Resultados das análises de cor das farinhas integrais e amidos de feijão e centeio.....	57
Tabela 4 - Propriedades de pasta das farinhas e amidos de feijão e centeio.	60
Tabela 5 - Composição proximal e digestibilidade <i>in vitro</i> do amido e do bolo tipo <i>Muffin</i>	64
Tabela 6 - Resultados das análises de cor para as formulações do bolo tipo <i>Muffin</i>	67
Tabela 7 - Resultados das análises físicas e volume específico do bolo tipo <i>Muffin</i> ..	68
Tabela 8 - Resultados das análises de perfil de textura instrumental bolo tipo <i>Muffin</i>	69
Tabela 9 – Resultados das notas obtidas na análise de aceitabilidade para <i>Muffins</i> elaborados com diferentes proporções de farinha integral de feijão, farinha integral de centeio e farinha integral de trigo.....	71
Tabela 10 - Penalidades para o atributo doçura em <i>Muffins</i> elaborados com farinha integral de feijão e centeio.....	74
Tabela 11 - Penalidades para o atributo textura em <i>Muffins</i> elaborados com farinha integral de feijão e centeio.....	74
Tabela 12 - Penalidades para o atributo odor em <i>Muffins</i> elaborados com farinha integral de feijão e centeio.....	75
Tabela 13 - Resultados para o teste Q de Cochran em <i>Muffins</i> elaborados com diferentes proporções de farinha integral de feijão, farinha integral de centeio e farinha integral de trigo.	76
Tabela 14 - Resultados das análises de atividade antioxidante do <i>muffin</i> (F2)	79

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	CENTEIO	15
3.1.1	Panorama regional e nacional do Centeio	16
3.1.2	Consumo	17
3.1.3	Farinha de Centeio	17
3.2	FEIJÃO	19
3.2.1	Panorama regional e nacional do feijão	20
3.2.2	Consumo	21
3.2.3	Farinha de feijão	21
3.3	AMIDO	22
3.3.1	Digestibilidade	26
3.4	FIBRAS ALIMENTARES	27
3.5	ELABORAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO	29
3.5.1	Leite integral	30
3.5.2	Cacau em pó alcalino e gotas de chocolate 70% cacau	30
3.5.3	Açúcar demerara	31
3.5.4	Óleo de soja	32
3.5.5	Ovo	33
3.5.6	Fermento químico	33
3.6	CONTROLE DE QUALIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS	34
3.7	ETAPAS DO PROCESSAMENTO DO BOLO TIPO <i>MUFFIN</i>	36
3.8	ANÁLISE SENSORIAL	38
3.9	ANÁLISE DE TEXTURA	40
3.10	ANTIOXIDANTES	40
4	MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1	MATERIAIS	42
4.2	MÉTODOS	42
4.2.1	Obtenção das farinhas	43
4.2.2	Extração do amido de feijão	43
4.2.3	Extração do amido de centeio	44

4.2.4	Caracterização das matérias-primas	44
4.2.5	Propriedades tecnológicas dos amidos	45
4.2.5.1	Propriedades da pasta (RVA)	45
4.2.5.2	Difração de raios X	45
4.2.5.3	Microscopia Eletrônica de Varredura por efeito de campo (FEG)	46
4.3	PRODUÇÃO DOS <i>MUFFINS</i>	46
4.3.1	Formulação	46
4.3.2	Processo	47
4.3.3	Avaliação dos <i>muffins</i>	47
4.3.4	Digestibilidade <i>in vitro</i> do amido	48
4.3.5	Cor instrumental	49
4.3.6	Volume específico	49
4.3.7	Análise de Textura	50
4.3.8	Análise sensorial	50
4.3.9	Atividade antioxidante	51
4.3.10	Análise estatística	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1	GRANULOMETRIA.....	54
5.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	55
5.3	COR INSTRUMENTAL DA MATÉRIA-PRIMA.....	56
5.4	PROPRIEDADE DE PASTA	58
5.5	DIFRAÇÃO DE RAIOS X.....	60
5.6	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (FEG)	62
5.7	CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO <i>MUFFIN</i>	63
5.8	ANÁLISE DE COR DO <i>MUFFIN</i>	66
5.9	ANÁLISES FÍSICAS, DE TEXTURA E VOLUME ESPECÍFICO.....	67
5.10	ANÁLISE SENSORIAL	69
5.10.1	Escala do Ideal.....	72
5.10.2	CATA (Check all that apply)	75
5.11	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	78
6	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIAS.....	81
	ANEXO A – FICHA DA ANÁLISE SENSORIAL	98

1 INTRODUÇÃO

Existe um crescente interesse no desenvolvimento de alimentos que substituam o uso de farinha de trigo na panificação, sendo que essa substituição pode ser feita por farinhas integrais de outros cereais, combinados com leguminosas. Na última década houve um acentuado aumento na procura por alimentos de rápido e fácil preparo que acarretem benefícios à saúde do consumidor, obrigando a indústria alimentícia a buscar fontes não convencionais para elaboração destas farinhas.

A combinação da farinha integral de centeio (*Secale cereale* L.) com a farinha integral de “*pulses*”, também conhecida como farinha de leguminosas amiláceas secas, em especial a farinha integral de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), é uma tendência mundial, pois esta combinação resulta em farinhas com valores superiores de atributos nutricionais, isto é, produtos com baixo teor calórico, alto teor de fibras, proteínas, minerais e antioxidantes (RAMÍREZ-JIMÉNEZ et al., 2018).

A farinha integral de centeio possui menor granulometria, quando comparada à farinha integral de trigo, que é a mais utilizada na panificação. As partículas grandes de farelo interferem negativamente no desenvolvimento da massa, por este motivo na panificação utiliza-se a farinha refinada de trigo. O processo de refinamento faz com que a farinha de trigo tenha uma redução drástica no seu teor de fibras, e maior conteúdo de carboidratos simples (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Segundo a tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2011), a farinha integral de centeio contém 73,3% de carboidratos e 15,5% de fibra alimentar, enquanto que a farinha de trigo refinada possui 75,1% de carboidratos e 2,3% de fibra alimentar.

O teor de fibra alimentar sete vezes maior na farinha integral de centeio é justificado pela presença de hemiceluloses, as quais são originadas na parede celular dos cereais. Elas atuam no organismo, regulando a absorção de carboidratos e consequentemente os níveis de índice glicêmico (SAEED et al., 2011).

Phaseolus vulgaris L. ou feijão comum é o grão de leguminosa mais consumido no mundo (MITCHELL et al., 2009). Importante fonte de proteína dietética para os seres humanos, esta leguminosa é rica em proteínas de boa qualidade, vitaminas, minerais, frações de carboidratos complexos, amido

resistente e baixo teor de gordura (GALLEGOS-INFANTE et al., 2010, RAMÍREZ-JIMÉNEZ et al., 2014). Os teores de carboidratos e fibra alimentar desta leguminosa são 60% e 21,8%, respectivamente (TACO, 2011).

Com base em suas características nutricionais, o feijão comum instigou interesse no potencial de aplicação de sua farinha para o desenvolvimento de novos produtos, a fim de fornecer atributos funcionais específicos e desejados (BOYE et al., 2010).

A melhor maneira de garantir que a população em geral tenha acesso a produtos de rápido e fácil preparo com propriedades nutricionais melhoradas é fortalecer os alimentos frequentemente consumidos com baixo valor nutricional, e desenvolver novas formulações para melhorar seu conteúdo de fibras e proteínas.

Os *Muffins* são minibolos assados similares ao *cup cake*, doces e altamente calóricos, bastante aceitos e consumidos devido sua textura e sabor (MATOS et. al., 2014). Segundo dados publicados pela Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI, 2019), o mercado de bolos movimentou no Brasil, em 2018, R\$ 876 milhões, sendo produzidas 35 ml toneladas de bolo/ano, com um crescente aumento dos últimos cinco anos de 41,75%.

O componente em maior quantidade presente nas farinhas provenientes de vegetais é o amido, que no bolo ele tem como função principal estruturar a massa, e estabelecer essa estrutura no produto assado (HOSENEY et al., 1983; ORO et al., 2013). Essa característica é determinada pela temperatura de gelatinização do amido, e cada amido de origem botânica diferente, possui características específicas, o que influencia diretamente em suas propriedades funcionais, pois, a biossíntese e a formação da estrutura molecular podem ocorrer de forma diferente para cada vegetal (HALLEY; AVÉROUS, 2014).

Neste sentido, com o objetivo de melhorar os aspectos nutricionais da farinha para desenvolver novos produtos, justifica-se o estudo da combinação de farinha de cereais com alto teor de fibras e farinha de leguminosas que contém proteínas de alta qualidade, bem como caracterizar os amidos das farinhas, com o objetivo de avaliar as propriedades tecnológicas dos mesmos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver, caracterizar e avaliar sensorialmente bolos do tipo *Muffin* elaborados com diferentes proporções de farinha integral de centeio e farinha integral de feijão preto comum.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Obter as farinhas integrais de centeio e feijão.

Analisar as características físico-químicas e as propriedades tecnológicas das farinhas integrais de centeio e feijão.

Extrair e caracterizar os amidos de feijão e centeio.

Elaborar em escala piloto *muffins* com diferentes mesclas das farinhas integrais de centeio e feijão.

Realizar análise sensorial utilizando o teste de aceitação, teste de intenção de compra, análise de CATA (*Check-all-that-apply*) e escala do ideal.

Caracterizar a formulação com maior aceitabilidade na análise sensorial.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CENTEIO

O centeio (*Secale cereale* L.) por muito tempo foi considerado impureza invasora no cultivo do trigo e da cevada. Não se sabe ao certo qual foi exatamente seu centro de origem, mas supõe-se que seja o mesmo de outros cereais como o trigo, a cevada e a aveia, no sudoeste da Ásia (BUSHUK, 2001).

O plantio e consumo do centeio no Brasil foi iniciado no século XX por meio de imigrantes alemães e poloneses. Este cereal é considerado rústico, pois se adapta bem em diversos solos, sendo resistente a temperaturas baixas e sensível a temperaturas elevadas, necessita pouca aplicação de defensivo agrícola, sendo considerado um cereal de cultivo ecológico. Pode ser utilizado na alimentação animal geralmente na conformação de grãos e na alimentação humana na forma de farinha integral (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2006).

A aparência do grão de centeio se parece com a do grão de trigo (Figura 1) e os constituintes do centeio em termos de composição química são os mesmos de outros cereais, como o amido, fibra alimentar, açúcares, lipídeos e proteínas (RYE, 2003). Eles diferem entre si na porcentagem de cada nutriente, sendo o trigo composto por uma quantidade superior de proteínas em comparação ao centeio, porém, o centeio possui maior quantidade de fibras solúveis e insolúveis.

O centeio geralmente é consumido em produtos fabricados com a farinha integral, sendo os grãos integrais recomendados em todos os lugares do mundo como parte integrante da dieta (SLAVIN et al., 1997). A farinha integral de centeio é mais escura, a massa exige menos tempo de batimento, a fermentação deve ser mais lenta e o cozimento mais longo (BAIER, 1994).

Figura 1 - (a) Imagens de grãos de centeio, (b) Grãos de trigo.



Fonte: o autor.

3.1.1 Panorama regional e nacional do Centeio

A produção nacional de centeio está concentrada nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul. O Paraná detém a maior produção, e esta é destinada para a alimentação animal e para a produção de farinhas artesanais, as quais são empregadas em panificação (CONAB, 2018). Pelos dados apresentados no Quadro 1, verifica-se as produções dos últimos anos.

Em 2016, a produção nacional foi de aproximadamente 6,5 mil toneladas de centeio, em uma área plantada de 2,5 mil hectares. Isto foi 47% maior do que a safra de 2015; dentre esses 2,5 mil hectares nacionais, 1,0 mil foi cultivada no estado do Paraná (CONAB, 2016). Para 2017 o total de área plantada foi 45% superior ao ano anterior, mantendo a quantidade de grãos produzidos. Em 2018 a produtividade aumentou 18% em relação a 2017 e 2019 continuou crescendo com produção estimada de 8,5 mil toneladas de centeio (Quadro 1), sendo a maior área plantada em hectares no estado do Paraná (CONAB, 2019).

Quadro 1- Comparativo de área plantada, produtividade e produção de centeio na região sul.

Região sul	Área (mil ha)		Produtividade (kg/ha)		Produção (mil t)	
	safra 2018	safra 2019	safra 2018	safra 2019	safra 2018	safra 2019
PR	2,10	2,50	2130	2389	4,50	6,00
RS	1,50	1,50	2000	1675	3,00	2,50

Fonte: Adaptado, CONAB (2019).

3.1.2 Consumo

O hábito alimentar do consumo do centeio tem associação com tradições culturais, sendo o alimento mais preparado com esta farinha o pão de centeio, com características de um pão ácido e escuro. Na Suécia o pão consumido em sua grande maioria é o formulado com 40% da farinha de centeio, enquanto na Alemanha uma pequena parcela da população consome o pão de centeio 100% integral e o restante consome um pão composto por uma mescla de farinha de trigo refinada com farinha de centeio (THE GERMAN, 2011).

Nos Estados Unidos, por outro lado, a produção deste tipo de pão possui uma variedade e quantidade bem menor que na Europa, sendo o pão do tipo especial *pumpernickel* consumido pelos dois continentes, porém produzido de formas diferentes (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Na indústria brasileira a farinha de centeio proveniente da moagem é destinada majoritariamente para a fabricação de produtos panificáveis, como pães, misturas e pré-misturas. Também é utilizado, porém, em menor quantidade, para a produção de cereais matinais, flocos de centeio, bebidas destiladas e outros produtos dietéticos (DE MORI; NASCIMENTO JUNIOR; MIRANDA, 2013).

3.1.3 Farinha de Centeio

A farinha de centeio possui baixo teor de proteínas formadoras do glúten, porém, contém outras proteínas que possibilitam elaborar novos produtos fermentados e nutritivos, já que essa propriedade é requerida para a produção de bolos (OELKE et al., 1990). A capacidade de formar o glúten é inibida pela grande quantidade de pentosanas presentes na farinha de centeio, e elas possuem grande importância em relação às propriedades panificáveis para formação do pão (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Geralmente produzida com a totalidade do grão, a farinha de centeio é uma farinha integral rica em fibra dietética e com reduzido valor calórico; essas fibras são responsáveis pela estrutura e pelo aumento de viscosidade do pão. Em produtos fabricados com a farinha de trigo são adicionadas quantidades variadas de farinhas de centeio com a intenção de prolongar a vida de prateleira e melhorar o volume de

massa produzido, pois, a farinha de centeio tem como propriedade absorver maior quantidade de água o que acarreta em maior rendimento de massa (BAIER, 1994).

A água absorvida faz com que o processo digestivo ocorra de forma mais lenta para ingestão e degradação de nutrientes, e conseqüentemente com menor aproveitamento energético. O trânsito intestinal decorre mais rápido, devido à fermentação das fibras sucedidas no cólon, com isso ocorre a produção de gases que dilatam a parede intestinal, impulsionando o trânsito do bolo fecal (CUMMINGS; MACFARLANE, 2002).

Na panificação os produtos são elaborados com mesclas de farinhas integrais e refinadas, as quais proporcionam ao consumidor alimentos com maior aceitabilidade sensorial. Em geral, no Brasil, são utilizadas mesclas de farinhas integrais com farinhas refinadas na proporção de 60 % de integral para 40% de refinada conforme a demanda e preferência do consumidor final (ORO et al., 2013). Uma dieta rica em centeio reduz o nível de insulina, reduz o risco de diabetes, reduz problemas de constipação e auxilia na redução do risco de doenças cardiovasculares e de câncer (RYE, 2003).

São poucos os estudos sobre este cereal, porém, vem crescendo nos últimos anos (Figura 2). Um dos fatores para este progressivo aumento, é o interesse dos consumidores em produtos desenvolvidos com sua farinha, devido à composição do grão que está diretamente relacionado ao apelo de uma dieta saudável (VIANA et al., 2017). Outro fator é a procura dos agrônomos, agricultores e até mesmo dos consumidores por produtos que tenham apelo de cultivo ambiental e econômico. O centeio se enquadra neste quesito, pois seu cultivo não exige intensa aplicação de defensivos agrícolas, por possuir uma resistência natural cumprindo seu cultivo com o apelo de uma cultura ecológica (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2006) reduzindo custos de produção e agregando valor ao produto.

Figura 2 - Estudos sobre a farinha de centeio realizados por ano desde 1944 a 2018.



Fonte: SCOPUS (2018).

3.2 FEIJÃO

O feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L., pertence à família Fabaceae do gênero *Phaseolus* e de ordem Rosales, subtribo Phaseolinae, tribo Phaseoleae, subfamília Papilionoideae e família Leguminosae (MELCHIOR et al., 1964).

Esta leguminosa começou a ser cultivada há mais de 10 mil anos pelos povos primitivos ao redor do mundo, estando presente na história das civilizações, como alimento base na dieta dos povos Incas, Astecas e Maias (SEAB, 2017).

É considerada uma fonte barata de proteínas de boa qualidade, especialmente em áreas com carência de proteína de origem animal e para o público adepto ao consumo somente de proteína vegetal, como é o caso dos vegetarianos. O feijão é uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo, presente na dieta humana da maioria da população dos países em desenvolvimento (MITCHELL et al., 2009).

Importante fonte de proteína dietética com baixo teor de gordura é uma leguminosa rica em vitaminas, minerais, frações de carboidratos complexos e amido resistente, fornecedora de aminoácidos essenciais; é também rica em lisina, mas limitante em aminoácidos sulfurados como a metionina e cisteína (FONSECA; MARQUES; BORA, 2000; PIRES et al., 2006, GALLEGOS-INFANTE et al., 2010, RAMÍREZ-JIMÉNEZ et al., 2014). Gradativamente o feijão está sendo associado como base de uma dieta saudável, reconhecido como leguminosa integrante do grupo das “*pulses*” também chamado de leguminosa seca (BRASIL, 2018).

3.2.1 Panorama regional e nacional do feijão

O cultivo do feijão no Brasil ocorre em todas as épocas do ano e na maioria das regiões do país. A safra acontece em três diferentes períodos de semeadura e colheita, nas diversas regiões do território brasileiro, e os principais estados produtores são Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás (POSSE et al., 2010).

O primeiro período de semeadura ocorre nos meses de outubro e novembro nas regiões do Sul e Sudeste, chamado então, cultivo das águas, devido sua semeadura ser realizada em época chuvosa, logo, isto se torna uma vantagem econômica, visto que dispensa o emprego da irrigação durante o cultivo. A colheita desse período é realizada nos meses de janeiro e fevereiro. O segundo período é conhecido como safra seca, em que a semeadura ocorre nos meses de janeiro a abril, em regiões do Nordeste e Sudeste. A colheita deste segundo período é realizada nos meses de abril até julho. E por fim, o terceiro período conhecido como safrinha, safra de outono/inverno e safra irrigada, é semeada a partir de maio e colhida entre agosto e outubro (CONAB, 2018).

A produção nacional de feijão registrada em 2017, considerando as três safras do produto, foi em torno de 3,39 milhões toneladas chegando a ser 35% maior que a safra total de 2016 e 3% maior que a safra total de 2018 de 3,30 milhões de toneladas. Estimam-se para a safra total de 2019 e 2020, 3,0 milhões toneladas (CONAB, 2019).

Esta redução de produção está diretamente relacionada a redução na área plantada em 2018 a qual foi justificada pelo excesso de chuva, ocorrido no período de colheita. A consequência deste fator extrínseco foi uma diminuição na atividade econômica desta leguminosa, ocasionando baixa nos preços e o desinteresse dos produtores ao cultivo nacional, reduzindo a área plantada em 25% quando comparada à safra de 2017 (CONAB, 2018).

Mesmo com essa redução nacional em área cultivada, o Paraná é o principal produtor de feijão correspondendo a 27,7% da produção nacional, e o município de Prudentópolis é um dos maiores produtores nacionais desta leguminosa, chegando a produzir em 2016, 35 mil toneladas de feijão (SEAB, 2017; IBGE, 2017).

3.2.2 Consumo

O consumo de feijão no Brasil variou bastante nos últimos anos, de 3,3 milhões de toneladas para 3,6 milhões entre 2010 e 2015, tendo uma redução em 2016 para 2,6 milhões de toneladas devido à alta nos preços, porém, em 2018 o consumo chegou a 3,3 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

O feijão com arroz é considerado um prato típico da cultura brasileira, compondo o cardápio diário da população e essa mistura possui teor adequado de compostos nitrogenados com uma digestibilidade próxima a 80% (PIRES et al., 2006).

No comércio é possível encontrar o feijão cru, em embalagem de 1 kg destinada ao consumo doméstico, pré-cozido, enlatado ou adicionado de temperos e carnes para o preparo de feijoada. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018), o consumo alimentar médio per capita é de 17 kg /hab. /ano, visto que 60% dos brasileiros consomem esta leguminosa todos os dias.

3.2.3 Farinha de feijão

De maneira geral a farinha de feijão pode ser elaborada com ou sem tegumento, dependendo da finalidade a qual será destinada. Farinhas provenientes de feijão preto com casca, não devem ser utilizadas para elaboração de um produto que requer cor clara, próxima ao branco, pois a concentração dos taninos juntamente com as antocianinas, pigmentos responsáveis pela cor preta presente na casca, podem causar interferência na coloração do produto final (DÍAZ; CALDAS; BLAIR, 2010).

A cor do produto final dependente da cor da matéria-prima que compõe a farinha. Segundo Teba (2009) conforme o aumento da concentração da farinha de feijão, maior foi o escurecimento verificado para massas elaboradas com farinha de feijão sem casca.

Quando comparadas as opções disponíveis de proteína animal, carne moída magra, com a proteína vegetal grãos de feijão seco, em uma dieta contendo 100 kcal, os grãos secos possuem em média 80% menos gordura total, são pobres em sódio, livres de colesterol com baixo nível de gordura e ricos em proteínas e fibras solúveis (EVANGELHO, 2016). Todos os componentes do grão estão presentes na

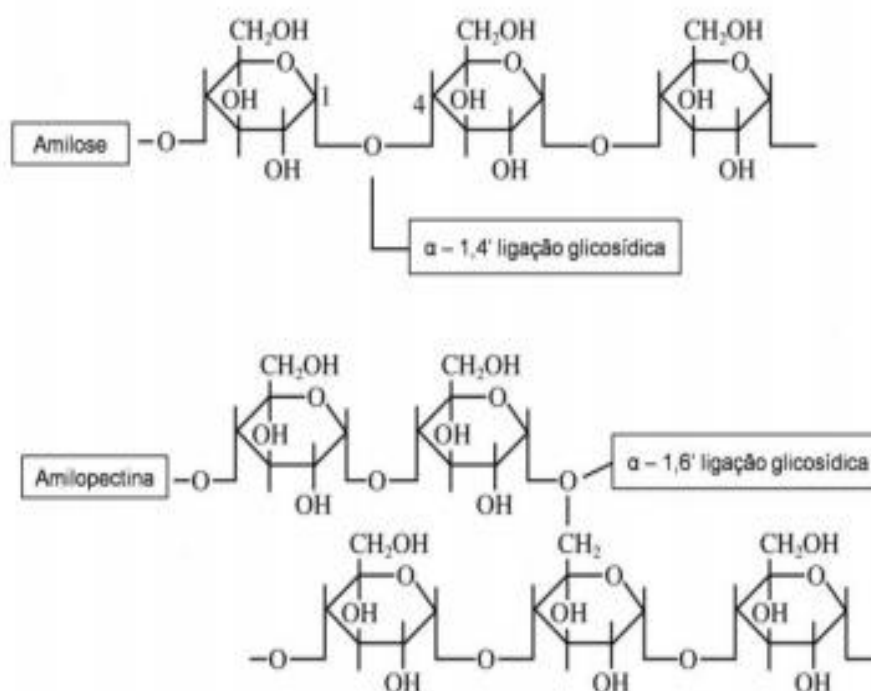
farinha, então, esta farinha pode ser considerada rica em proteína, fibra, vitaminas e aminoácidos essenciais. Segundo Coelho (1991) a farinha de cereais como a de centeio é deficiente no aminoácido lisina e isso pode ser melhorado quando associada à farinha de feijão, pois esta é rica neste tipo de aminoácido. Neste sentido, a combinação das farinhas de cereais com farinhas de leguminosas possibilita enriquecimento nutricional em produtos oferecidos aos consumidores (SHEVKANI; SINGH, 2014).

3.3 AMIDO

Principal fonte energética de reserva das plantas e fonte de carboidratos que proporciona energia aos seres humanos, o amido é um polissacarídeo que está disponível na forma de grânulos semicristalinos, microscópicos e insolúveis em água. Este pode ser encontrado armazenado em diferentes órgãos das plantas como sementes, raízes, tubérculos, caules e frutas (BERTOFT, 2017; HE; WEI, 2017).

O amido é formado basicamente por dois polímeros de glicose, sendo estes a amilose e amilopectina. A amilose é uma macromolécula basicamente linear e a amilopectina é essencialmente ramificada. Na amilose as glicoses são unidas por ligações denominadas α -1,4 (Figura 3), que caracterizam a cadeia linear, já na amilopectina as glicoses são unidas por ligações α -1,4, mas também por ligações α -1,6 que permitem a disposição das moléculas de forma ramificada (HILL, 2005; PARK et al., 2009).

Figura 3 - Representação esquemática da amilose e amilopectina.



Fonte: HILL (2005)

A origem botânica de cada amido tem influência direta ligada à estrutura, composição e as propriedades reológicas. Isso acontece por causa de mecanismos da biossíntese e pela presença de outras macromoléculas que podem estar ligadas aos amidos, como proteínas e lipídeos; sendo assim amidos de diferentes fontes botânicas e grau de maturação, apresentam diferenças estruturais de formas, tamanhos e composição (HALLEY; AVÉROUS, 2014).

A diferença na composição está relacionada à proporção de amilose e amilopectina o que pode causar alterações nas propriedades de geleificação e viscosidade do amido (BOBBIO; BOBBIO, 1995). Pode também alterar a cristalinidade do grânulo, pois composições maiores de amilopectina formam regiões densas e cristalinas, devido à morfologia das ramificações e cadeias laterais, pois suas moléculas são dispostas de forma helicoidal, dupla e compactada. Já composições maiores de amilose formam regiões amorfas, pois suas cadeias lineares conseguem sobrepor com maior facilidade e organização, diminuindo assim a área cristalina (JANE et al., 2003; NÚNES-SANTIAGO et al., 2004).

A cristalinidade relativa característica de cada grânulo de amido possibilita classificá-los em cristalinidade do tipo A, B e C. Quando submetidos à análise de difração de raios X, a variação nos picos em diferentes ângulos permite a classificação de forma que, os amidos com cristalinidade relativa do tipo A apresentam picos em ângulos de $2(\theta)$ de 15, 17, 18 e 23°, já o tipo B em 5, 6, 15, 17, 22 e 23° e por fim o tipo C é a mistura do tipo A com o B, apresentando picos em 5.5, 15, 17, 22 e 23 ° em $2(\theta)$ (MARCON, 2009; HE; WEI, 2017).

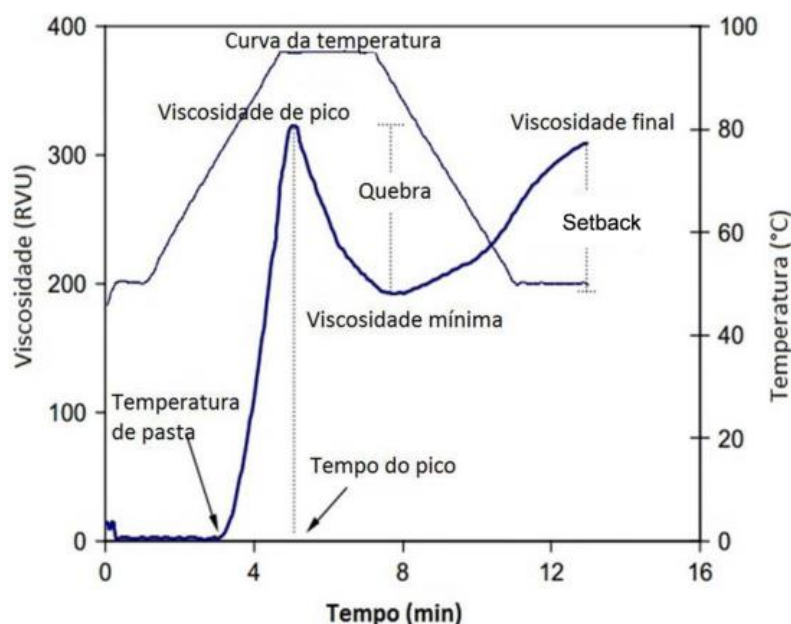
Os grânulos de amidos de cereais dispõem de cristalinidade do tipo A, enquanto que amidos de tubérculos e alguns cereais do tipo B e as leguminosas, raízes e algumas frutas possuem cristalinidade relativa do tipo C (HE; WEI, 2017).

Outras características tecnológicas importantes do amido são a gelatinização e a retrogradação. A gelatinização ocorre quando o amido nativo absorve água aquecida, de forma que algumas estruturas são danificadas com o crescimento dos anéis da região amorfa, até o momento de intumescimento total do grânulo, em que a água absorvida atinge a área cristalina e o mesmo perde totalmente sua estrutura; esta ação se torna irreversível e a viscosidade do meio aumenta de forma significativa (JENKINS; DONALD, 1998).

A retrogradação decorre do resfriamento do amido gelatinizado; com a redução da temperatura ocorre o rearranjo das ligações de hidrogênio que formam cadeias bem organizadas formando áreas cristalinas que expulsam a água absorvida inicialmente (DENARDIN; SILVA, 2009).

As temperaturas em que estas mudanças ocorrem no grânulo podem ser determinadas com o auxílio do equipamento Rapid Visco Analyser (RVA). O RVA mede a viscosidade da suspensão, simulando o processamento de alimentos, com o aquecimento e resfriamento do meio (COPELAND et al., 2009) e são definidas diferentes características conforme os descritos na Figura 4.

Figura 4 - Perfil típico de RVA de uma amostra de amido.



Fonte: Adaptado COPELAND (2009)

A primeira temperatura que pode ser determinada na suspensão de amido é a temperatura de pasta, onde inicialmente os grânulos aquecidos, começam a alterar a viscosidade do meio (SINGH et al., 2011). Após, com o passar do tempo, pode ser determinado o tempo de pico e a viscosidade máxima, que é o tempo em que a suspensão leva para atingir o máximo de inchamento dos grânulos sem o seu rompimento (COPELAND et al., 2009).

O tempo de pico e pico de viscosidade, são parâmetros relacionados com a capacidade de ligação da água com o amido, consequentemente ao grau de intumescimento dos grânulos de amido durante o aquecimento e a facilidade com que os grânulos serão desintegrados. Assim, quando existem grandes quantidades de grânulos com elevada capacidade de intumescimento, ocorrem elevados picos de viscosidade (ORO et al., 2013).

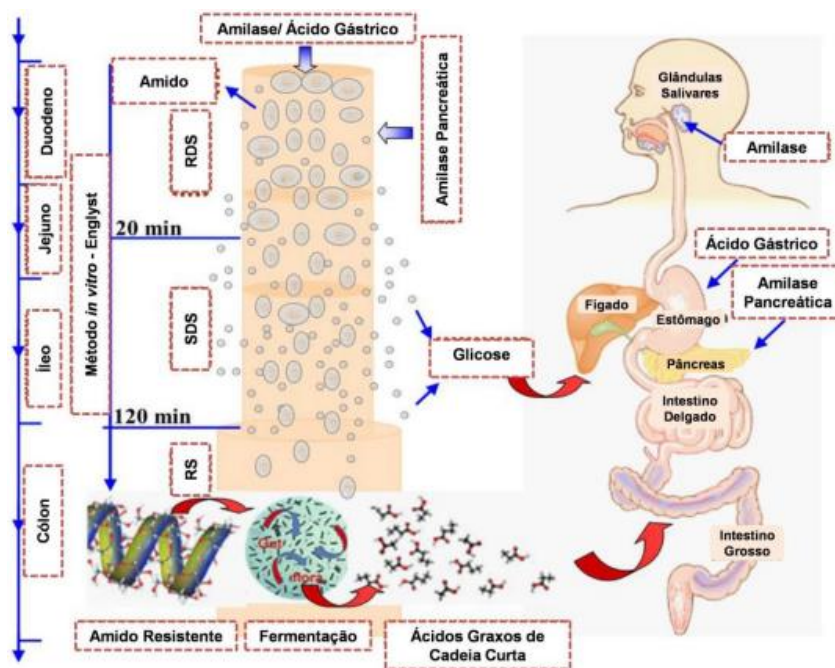
Após a temperatura de viscosidade máxima, ocorre um decréscimo na viscosidade do meio, devido à ruptura dos grânulos, atingindo o ponto de viscosidade mínima, logo a temperatura diminui e ocorre um novo aumento da viscosidade devido à retrogradação do amido. A diferença entre a viscosidade final e mínima é denominada Setback, e está associada à tendência à retrogradação (COPELAND et al., 2009).

3.3.1 Digestibilidade

Os alimentos integrais e leguminosas possuem naturalmente alto teor de amido resistente (RS), o qual pode ser quantificado por meio da análise de digestibilidade *in vitro*. As diferentes formas de preparo, condições de armazenamento e diferentes fontes botânicas podem variar a quantidade e o tipo de digestibilidade do amido (TRIBESS et al., 2009; PERERA et al., 2010).

Nos seres humanos a digestibilidade inicia já na boca (Figura 5), pelas enzimas salivares, as quais hidrolisam as ligações α -1,4. Após a mastigação a digestibilidade continua no estômago onde as enzimas da saliva são inativadas pela acidez estomacal; em seguida, no intestino ocorre a hidrólise das ligações α -1,6 por ação das enzimas glucosidase e isoamilase tendo como produtos da digestibilidade a glicose ou ácidos graxos de cadeia curta (LEHMANN; ROBIN, 2007).

Figura 5 - Fluxograma da digestibilidade do amido no sistema gastrointestinal humano.



Fonte: LIU (2017), traduzido

Existem três classificações quanto à digestibilidade do amido: amido de rápida digestão (RDS), amido de lenta digestão (SDS) e o amido resistente (RS). O amido de rápida digestão é aquele em que as enzimas conseguem acessá-lo

facilmente sendo totalmente digerido em apenas 20 minutos; o amido de lenta digestão é digerido em até 120 minutos e o amido resistente não é hidrolisado e chega intacto ao intestino grosso (ENGLYST; KINGMAN; CUMMINGS, 1992).

Os amidos resistentes ainda podem ser classificados em quatro classes, RS I que é o amido fisicamente inacessível, o qual pode ser encontrado em grãos de sementes inteiras ou pouco moídas, o RS II é o amido granular de cristalinidade do tipo B e C, encontrado em matérias-primas com alto teor de amilose, batatas cruas e bananas verdes, o RS III que é o amido retrogradado e por último o RS IV que é o amido que passou por processo de modificação química (ENGLYST; KINGMAN; CUMMINGS, 1992).

O processo de gelatinização do amido altera a conformação das moléculas, pois o amido perde a sua forma de estrutura helicoidal e isso facilita o acesso das enzimas hidrolíticas, que são as enzimas que atuam somente na presença de água (PARADA; AGUILERA, 2009).

Estudos de Wang et al. (2017) mostraram que quanto maior a quantidade de água contida durante o cozimento de trigo e inhame, maior é a hidrólise enzimática. Desta forma temos uma relação inversamente proporcional, onde quanto maior a gelatinização do amido, menor será o conteúdo de amido resistente e ainda quanto menor a disponibilidade de água durante o cozimento menor será a conversão de amidos granulares com cristalinidade do tipo B ou C.

3.4 FIBRAS ALIMENTARES

Localizadas na parte externa do grão, as fibras são originadas na parede celular dos vegetais. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 41, de 14 de janeiro de 1998 (ANVISA) define fibra alimentar como:

“Qualquer material comestível de origem vegetal que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano, determinado segundo o método 985.29 da AOAC 15ª ed.1990 (método enzimático-gravimétrico) ou edição mais atual”.

Elas são carboidratos não amiláceos divididos em três classes, fibras totais, fibras solúveis e fibras insolúveis ou fibra bruta. A solubilidade está relacionada com as ramificações e cadeias laterais, e as fibras alimentares podem ser encontradas em duas classes de fibras, solúveis e insolúveis, já a fibra bruta é formada somente por fibras insolúveis (CATALANI et al., 2003; BRENNAN, 2005).

As fibras solúveis são as que se dispersam em água, formando géis viscosos, não são digeridas no intestino delgado, mas são fermentadas facilmente no cólon e possuem efeitos na absorção da glicose e dos lipídeos, como exemplo a pectina, as gomas, as inulinas e algumas hemiceluloses (SAEED et al., 2011).

As fibras insolúveis não formam géis viscosos, não são digeridas nem absorvidas no trato gastrointestinal dos seres humanos, sendo resistentes a ação enzimática, como é o caso da lignina, celulose e algumas hemiceluloses; sua ação é sob o estímulo ao bom funcionamento do intestino, pelo aumento do bolo fecal com consequente prevenção de constipação intestinal (RYE, 2003; WONG, 2007 ANDERSON et al., 2009; SAEED et al., 2011; DeVRIS, 2003).

A alteração do pH do cólon e subprodutos provenientes da fermentação, causam importante função fisiológica para o funcionamento do organismo, pois, o meio mais ácido inibe a proliferação de organismos patogênicos, facilita a absorção de cálcio e reduz a solubilidade dos ácidos biliares (HOLLOWAY et al., 2007).

A farinha integral de centeio possui alto teor de fibras alimentares, composta basicamente por arabinoxilanos, frutanos e β -glucanos (ANDERSSON et al., 2009). Arabinoxilanos e β -glucanos são polissacarídeos não amiláceos pertencentes ao grupo da hemicelulose. Estes possuem ligações com as glicoses e podem conter outros açúcares como pentoses e hexoses. Estão relacionadas às paredes celulares, podem apresentar forma solúvel ou insolúvel e possuem função estrutural com capacidade de retenção de água e cátions. As arabinoxilanas são insolúveis e responsáveis pela retenção da água, com isso aumentam o volume da fase aquosa no intestino e retardam a digestão e absorção de carboidratos e lipídeos (ANDERSON; CHEN, 1979; GRAY, 2006; GIUNTINI; MENEZES, 2011).

Já os β -glucanos são solúveis em água e formam soluções viscosas e géis. Sua função é reduzir o colesterol plasmático e o índice glicêmico, visto que retardam a entrada do suco gástrico ao intestino devido ao volume ocupado (GIUNTINI; MENEZES 2011).

Os frutanos são oligossacarídeos fermentáveis, e possuem propriedades prebióticas, pois sua função é aumentar a microbiota e fazer com que ela se adapte ao substrato (GIBSON et al., 2004; FRANCK; BOSSCHER, 2009; ROBERFROID et al., 2010).

A farinha integral de feijão preto também possui fibras pertencentes ao grupo dos frutanos, os quais como principal subproduto da fermentação são ácidos graxos de cadeia curta, como acetato, lactato e butirato, além de gases como hidrogênio e gás carbônico. Estes eram indesejáveis, porque causam flatulências, porém, estão sendo aceitos, pois estudos vem demonstrando que a fermentação destas fibras possuem ações prebióticas, que facilitam a absorção do cálcio e consequentemente interferem no metabolismo ósseo (ROBERFROID et al., 2010; SOUZA et al., 2010; AZARPAZHOOH; BOYE, 2012).

3.5 ELABORAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

Uma forma de garantir que a população em geral tenha acesso a produtos de rápido e fácil preparo com propriedades nutricionais melhoradas é fortalecer os alimentos frequentemente consumidos com baixo valor nutricional, e desenvolver novas formulações para melhorar seu conteúdo de fibras e proteínas.

Muffins são minibolos assados similares ao *cup cake*, doces e altamente calóricos, bastante aceitos e consumidos devido sua textura e sabor (MATOS et. al., 2014). Tradicionalmente uma massa de bolo tipo *muffin* é elaborada com farinha de trigo, açúcar, óleo ou gordura vegetal, ovo, leite e fermento (SANZ et al., 2009).

De fato, este é um produto de larga aceitação e devido a isto, vários trabalhos foram realizados para desenvolver novos sabores e formulações e ou aproveitar os subprodutos da indústria para incorporá-los à formulação de *muffins*.

Matos et al. (2014) verificaram a estabilidade e a função das proteínas nas propriedades reológicas e de qualidade de *muffins* sem glúten a base de farinha de arroz e concluíram que é fundamental para uma textura adequada do produto escolher uma boa fonte de proteína.

Schamne, Dutcosky e Demiate (2010) desenvolveram pães e bolos tipo *muffin* livres de glúten, usando farinha de arroz e amidos de milho e de mandioca, e a

formulação com maior aceitabilidade foi a que continha 50% de farinha de arroz e 50% de farinha de mandioca.

Micheletti et al. (2018) verificaram a aceitabilidade, entre crianças, de *muffin* com adição de casca de jabuticaba, e constataram que *muffin* com até 9% de farinha de jabuticaba foram bem aceitos pelo público infantil podendo ser nesta concentração uma boa opção de comercialização.

No presente trabalho, para a elaboração de novo produto bolo do tipo *muffin*, foi alterado o tipo de farinha na formulação tradicional considerada por Sanz et al., (2009), em substituição à farinha de trigo, foram empregadas três diferentes proporções de farinha integral de centeio combinadas com farinha integral de feijão, com adição similar do restante dos ingredientes (leite integral, óleo vegetal, fermento químico, cacau em pó alcalino, açúcar demerara, ovo, fermento e gotas de chocolate 70% cacau).

3.5.1 Leite integral

Utilizado principalmente com a função de solubilizar os ingredientes secos, o leite permite o desenvolvimento de uma massa homogênea. Durante o cozimento, os líquidos auxiliam na retenção de umidade do bolo, o que influencia diretamente na maciez, pois, uma fração destes líquidos se liga ao amido e outra fração evapora auxiliando no crescimento da massa (ORNELLAS, 2007, ARAÚJO et al., 2016).

3.5.2 Cacau em pó alcalino e gotas de chocolate 70% cacau

Diversos tipos de pós de cacau alcalinizados são utilizados na indústria, com o objetivo de melhorar o sabor e a cor do produto de forma natural.

O cacau até chegar à conformação de pó, passa por diferentes etapas; o processo inicia-se com a remoção das cascas, seguida pela fermentação, torrefação, trituração e por fim, a alcalinização. Esta última etapa não ocorre em todos os beneficiamentos, porém, vem sendo bastante aplicada, já que melhora a dispersão e solubilidade do produto, além de intensificar o sabor de cacau (BELITZ; GROUSCH, 1999; BECKETT, 2000).

O chocolate é obtido do cacau beneficiado compondo uma mistura de massa de cacau, manteiga de cacau, açúcar, aromatizantes e emulsificantes (LIMA et al.,

2010). Existem diferentes classificações para o chocolate conforme sua composição. Entre elas, o chocolate amargo, que possui entre 50% a 70% de cacau em sua composição, caracterizando o produto com maior amargor, pois, quanto maior a quantidade de cacau mais amargo será o chocolate (SOUZA, 2010).

3.5.3 Açúcar demerara

O açúcar é definido como o produto obtido da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ou da beterraba açucareira (*Beta alba* L.), designado como sacarose, é o açúcar mais utilizado em produtos panificados, pode apresentar inúmeras granulometrias e formas diferentes, sendo os mono e dissacarídeos também considerados açúcares (BRASIL, 2005).

O açúcar demerara possui cor escura e passa por um processo leve de refino sem adição de aditivos. É obtido do caldo da cana, cuja massa cozida não passa por sulfitagem, lavagem e nem centrifugação, mantendo intactos os nutrientes que envolvem os cristais (VIEIRA et. al., 2007). Segundo o Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, por meio da instrução normativa nº42 de 13 de novembro de 2017 (MAPA) o açúcar demerara é classificado como açúcar bruto que possui 96° zucker, ou seja, o açúcar que contenha 96% de sacarose aparente.

A função do açúcar na formulação de produtos panificados é melhorar o sabor, a cor, a plasticidade, a conservação, melhorar a maciez, a textura, o volume e o aumento na retenção de umidade (ESTELLER et al., 2005). Duas reações específicas, a reação de Maillard e a caramelização estão relacionadas com o sabor, odor e a cor dos bolos, e ocorrem na massa durante o cozimento; elas proporcionam a maior parte das características requeridas para um bolo.

A reação de Maillard é a reação química que ocorre em três fases. Na fase inicial os açúcares redutores reagem com os aminoácidos e liberam uma molécula de água formando a base de Schiff; na fase intermediária, ocorrem isomerizações resultando na formação de hidroximetilfurfural constituindo o rearranjo de Amadori ou Heys, que reage com compostos iniciais formando as melanoidinas e por fim, ocorre a degradação de Strecker que é a degradação dos aminoácidos e outros compostos que resultam em compostos voláteis (BOBBIO; BOBBIO, 1995; FENNEMA, 2010).

Para que a reação ocorra, além da composição dos alimentos outros fatores são essenciais como a temperatura de cocção acima de 40 °C, pH neutro a alcalino entre 6,0 e 8,0, atividade de água na faixa de 0,4 a 0,7, e a presença de catalisadores de reação (íons metálicos de transição como Cu^{2+} e Fe^{2+}) (KWAK; LIM, 2004).

A caramelização é o escurecimento não enzimático, que ocorre pela degradação dos açúcares complexos. Acontece na ausência de aminoácidos e proteínas e pode ocorrer tanto em meio ácido como em meio básico, porém, requer temperaturas elevadas acima de 120 °C (BERK, 1976). A reação inicia com a desidratação e posterior condensação ou polimerização do açúcar, produzindo moléculas com pigmentos escuros próximos ao marrom, com odor agradável de caramelo, no entanto, se a reação continua com temperaturas elevadas, isso acarreta no surgimento de gosto amargo com cor e odor desagradáveis (MORALES; BOEKEL; 1999).

A quantidade de açúcar adicionada à formulação deve ser testada, pois altas concentrações podem afetar diretamente na textura do produto. Segundo Bobbio e Bobbio (2003), o açúcar compete com o amido para se ligar à água livre, diminuindo assim a força do gel, já que altera a formação de estrutura do mesmo com a redução da taxa de gelatinização. Concentrações ideais de açúcares, podem melhorar a textura e volume do produto, visto que permitem maior tempo de expansão da massa resultando em maior volume final do bolo. A conservação do bolo também aumenta devido à ligação do açúcar com a água, uma vez que aumenta a pressão osmótica reduzindo a atividade de água.

3.5.4 Óleo de soja

A massa de bolo é uma emulsão complexa de gordura e água. A gordura é a fonte mais concentrada de energia disponível em alimentos, sua função em produtos de panificação é aprisionar o ar dentro da massa durante a etapa de mistura, permanecendo a maior parte dos cristais na fase aquosa. Sendo assim, contribuem para as propriedades de mastigação, conferindo ao produto maciez, e melhorando o brilho e a aparência da massa (EL-DASH; GERMANI, 1994, KOCER et al., 2007).

O ar aprisionado dentro das partículas de gordura serve como estrutura para o aumento de volume da massa, até que o amido seja gelatinizado e as proteínas desnaturadas possam sustentar a estrutura da massa em uma textura esponjosa requerida (BENNION; BAMFORD, 1993).

3.5.5 Ovo

Amplamente utilizado na panificação, o ovo auxilia na coloração, sabor e estrutura da massa, e seus componentes de interesse são a gema e a clara, também chamada de albúmen. A gema é uma emulsão de gordura em água, composta por proteínas, lipídeos, vitaminas A, D, E, K, glicose, fosfolipídeos e sais minerais. Já a clara, que representa maior parte da composição total, cerca de 60%, é constituída de água, proteínas de alto valor biológico e alguns minerais (NYS; GUYOT, 2011).

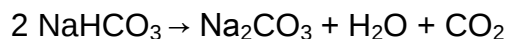
A adição do ovo na massa exerce função emulsificante, amaciante, ligante e aerador. A ação da lecitina e dos lipídeos que estão presentes na gema do ovo protegem o bolo quanto à perda de umidade, com isso melhora a estrutura da massa deixando-a mais macia. A função ligante e emulsificante está relacionada com a lecitina formada por glicolipídeos, triglicerídeos e fosfolipídeos; esses componentes possuem nas suas estruturas grupos terminais polares que interagem com as moléculas de água, e grupos hidrofóbicos que interagem com a fase lipídica. Esta função possibilita manter uma dispersão uniforme na massa melhorando a palatabilidade (PEREIRA, 1998; EL-DASH; GERMANI, 1994).

As proteínas presentes na clara contribuem para formar a estrutura dos bolos deixando a massa mais leve e aerada, pela formação de espuma da albumina da clara (EL-DASH; GERMANI, 1994; WILDERJANS et al., 2013).

3.5.6 Fermento químico

O fermento químico é um pó branco responsável pelo aumento de volume na massa do bolo. Ele é indicado para aplicação na produção de certos pães especiais, bolos, broas, biscoitos e bolachas. Composto geralmente por bicabornato de sódio e dihidrogenofosfato de cálcio, quando aquecido, este produto sofre uma

decomposição térmica do seu principal componente, o bicarbonato de sódio, liberando gás carbônico e água, conforme a reação descrita a seguir:



Esta reação é responsável pela aeração da massa, pois permite obter massas leves com textura porosa. A estrutura do miolo está relacionada com o número de bolhas de ar que foram liberadas durante o processo (EL-DASH; GERMANI, 1994; RESENDE, 2007).

3.6 CONTROLE DE QUALIDADE DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Quando se fala de qualidade na indústria de alimentos torna-se importante considerar vários conceitos e definições. O controle de qualidade está relacionado com a padronização e/ou adequação dos atributos de um determinado produto atendendo a necessidade de seus clientes de forma eficiente. Essa gestão transmite ao consumidor confiança, já que produtos com qualidade assegurada são de boa procedência e sem contaminantes (FIGUEIREDO, 2001).

A qualidade do grão está relacionada diretamente com a qualidade que será obtida a farinha de centeio e de feijão. Este controle deve ser iniciado já no cultivo da planta, para assegurar cereais e leguminosas com alta produtividade e com o eficiente controle de insetos e pragas (PIVA, 2007).

Primeiramente no laboratório realiza-se a análise de aparência e odor, a qual verifica a presença de grãos carunchados, corpos e odores estranhos. Os grãos não devem conter odores como o de bolor ou de combustível, porque conseqüentemente irão fornecer essas características não requeridas para a farinha. O odor de bolor indica que aquele grão estava com excesso de umidade a qual permitiu a contaminação microbiana, e o odor de combustível pode ter sido transmitido no momento do carregamento da carga (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Os corpos estranhos podem ser materiais extrínsecos ou intrínsecos dos grãos, ambos são separados por meio de peneiramento. Nessa subdivisão podem ser encontradas palhas, pedras, grão murcho ou doente, sementes de outras

culturas invasoras, papéis, prego, ou até mesmo pêlos de ratos e camundongos. Esta análise é importante, pois, se encontrado um percentual de impurezas superior aos valores acordados com o vendedor ou estiverem fora dos requisitos da legislação, o lote do produto pode ser devolvido (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Outra análise também realizada nos grãos é a análise de umidade. A legislação define que a umidade para os grãos e sementes deve estar sempre em torno de 13%, para evitar o desenvolvimento de microrganismos durante o armazenamento (IAPAR, 2007).

Para o centeio a quantidade de umidade atua diretamente na extração do endosperma, de modo que facilita a separação com a casca e reduz o consumo de energia do moinho, pois grãos com baixa umidade exigem maior aplicação de energia para produção da farinha (ORTOLAN, 2006). Já para o feijão, a umidade está relacionada diretamente com o beneficiamento e o armazenamento; a massa de grãos com umidade elevada propicia excelente ambiente para o desenvolvimento de microrganismos que aceleram o processo de deterioração do produto (FARONI et al., 2006).

A análise de densidade realizada para o centeio, também é conhecida como peso hectolitro (PH). Mede-se também o peso de mil grãos, e este valor é convertido em quilograma. Em geral existem vários aparelhos que funcionam de maneira semelhante, em que um cilindro de volume conhecido é cheio mediante um método padrão e depois pesado, este valor é então convertido em quilogramas (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

A medição do peso hectolitro influencia no valor pago por esta matéria-prima, de modo que o peso hectolitro está relacionado à porcentagem de extração do grão. O peso hectolitro é uma grandeza de medida comercial que expressa indiretamente a qualidade do grão, sendo realizada a medida de cem litros de grão expressa em quilogramas. Toda amostra tem um valor ideal, pois diferentes características podem ser observadas nesta análise, como a forma do grão, peso, presença de pedra ou palhas, que podem alterar o peso da carga. O trigo, por exemplo, deve possuir um PH mínimo de 78 kg, o que indica uma possível extração de 78% o qual tem valor mínimo cotado pelo mercado, e este valor aumenta conforme aumenta o PH (PARK et al., 2007).

A cor da farinha está diretamente ligada com a quantidade de pigmentos contidos no grão, nesse caso chamados de carotenoides e também pode ter relação com a quantidade de proteínas, fibras e impurezas durante a moagem (COULTATE, 2004). Esta análise é realizada com o auxílio do equipamento conhecido na indústria moageira como colorímetro Minolta, que fornece três variáveis, que permitem interpretar os resultados de forma que, a variável “L*” mede a claridade/luminosidade da amostra, a variável “a*” verifica uma tendência maior ao verde ou ao vermelho e a variável “b*” uma tendência maior ao amarelo ou ao azul.

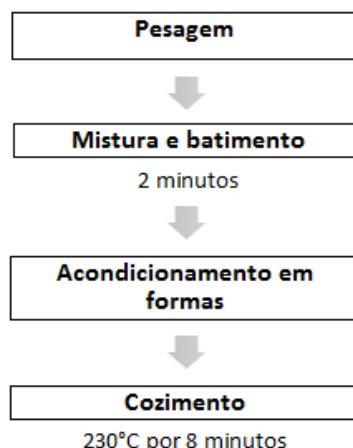
Esta é uma análise muito importante, que demonstra a claridade da farinha bem como a presença de pigmentos escuros provenientes do farelo. Quanto mais clara a farinha mais claro será o produto desta farinha como também quanto maior o teor de pigmentos escuros, maior a quantidade de pigmentos escuros no produto final (COULTATE, 2004).

3.7 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DO BOLO TIPO *MUFFIN*

O objetivo do processamento do bolo é transformar farinhas em produtos com características sensoriais aceitáveis e prazerosas (CAUVAIN; YOUNG, 2009). A padronização permite um efetivo controle no processo de fabricação de modo a eliminar desperdícios de matéria-prima, e tornar a linha de produção mais eficiente.

As etapas do processamento (Figura 6) iniciam com a pesagem dos ingredientes, um procedimento simples, porém essencial. Erros no momento da pesagem acarretam em produtos fora do padrão e com falhas em suas características devido ao excesso ou a falta de ingredientes (ZHOU; THERDADTHAI; HUI, 2014).

Figura 6 - Etapas do processamento de *muffins*.



Fonte: o autor.

Os objetivos principais da mistura e batimento dos ingredientes são homogeneizar e incorporar ar na massa (NUNES, 2008). Esta etapa ocorre em três estágios, o primeiro acontece no momento da adição do leite, onde as proteínas, as fibras e os grânulos de amido serão hidratados. O segundo estágio acontece no momento da mistura, em que os ingredientes solúveis serão dissolvidos e os lipídeos se tornam uniformemente distribuídos (CAUVAIN; YOUNG, 2009). No terceiro estágio a ação principal ocorre pelo batimento, pois como as proteínas já foram hidratadas no primeiro estágio, a ação mecânica da masseira faz com que a massa fique lisa sem a presença de grumos e com aspecto homogêneo.

O acondicionamento em formas é o processo em que a massa já preparada foi fracionada em porções menores e disposta em formas individuais. Logo após a massa ser colocada para assar, o objetivo deste processamento é transformar a massa em um produto palatável. Nesta etapa a aplicação de calor sobre a massa possui a função de tratar termicamente o amido e a proteína, simultaneamente transcorrem transformações químicas e físicas, como a inativação das enzimas, o aumento de volume e o desenvolvimento do aroma e sabor (VITTI, 2001).

Nas transformações físicas encontra-se a mudança de coloração devido às reações não enzimáticas de Maillard e a caramelização, as quais fazem com que ocorra o escurecimento da crosta e o surgimento de sabor característico de cozimento do bolo (KWAK; LIM, 2004). Neste processo à medida que a temperatura aumenta, a água que não estava fortemente ligada a outros componentes evapora,

a água absorvida pelo amido possibilita a sua gelatinização simultaneamente a temperatura proporciona a coagulação das proteínas. Esse conjunto de fatores demonstra o final do desenvolvimento da massa (VITTI, 2001).

3.8 ANÁLISE SENSORIAL

A forma técnica científica de avaliar, analisar, medir e interpretar os dados e/ou as reações percebidas pelos consumidores em relação aos alimentos, é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998) como análise sensorial. Ela é fundamental para qualificar os produtos para consumo humano, pois os avaliadores utilizam dos sentidos sensoriais como: visão, olfato, sabor, tato e audição.

Existem parâmetros que devem ser seguidos para que a técnica de análise seja efetiva, como servir as amostras sobre condições adequadas, obter dados numéricos para medir a relação entre as características do produto e a percepção humana; utilizar métodos estatísticos, em que um delineamento experimental é importante para obter dados de boa qualidade, e analisar os dados dentro de um contexto de hipóteses e do conhecimento prévio de suas implicações para a tomada de decisão (DUTCOSKY, 2013; FERREIRA et al., 2000).

Como ferramenta importante para o desenvolvimento de novos produtos, os resultados das análises sensoriais permitem avaliar a aceitação pelo mercado e quais os parâmetros que podem ser modificados para melhorar ou aumentar a sua aceitação. A opinião do consumidor sobre determinado produto é de suma importância, e uma das metodologias utilizadas chama-se "*Check all that apply*" (CATA), a qual pode englobar análise de aceitabilidade, escala do ideal e pesquisas de mercado (VARELA; ARES, 2012).

Simultaneamente ao método de CATA podem ser aplicados outros tipos de escalas, como a escala hedônica de aceitabilidade e intenção de compra e a escala de "*Just about right*" (JAR), que possibilita entender o quanto o produto se afasta ou se aproxima do ideal para determinado atributo, indicando as melhorias que podem ser feitas para que aumente a aceitação dos consumidores (ARES et al., 2014; JAEGER et al., 2015).

Os dados obtidos da análise de aceitabilidade podem ser aplicados em mapas de preferência interno, os quais de maneira gráfica descrevem a preferência do consumidor e as características avaliadas pelos mesmos (YAKINOUS; WEE; GUINARD, 1999).

O método *Check-all-that-apply* (CATA) tem sido amplamente utilizado por se tratar de um método rápido, e por não necessitar de uma equipe treinada, com o objetivo de caracterizar os produtos avaliados. Considerado um método simples, este pode ser aplicado diretamente aos consumidores, como um teste afetivo (BRUZZONE; ARES; GIMÉNEZ, 2012; ARES et al., 2010).

Nesta metodologia os participantes são apresentados a uma lista de atributos em que é solicitado que assinalem nesta ficha todos os atributos que se aplicam à amostra em questão, os termos propostos não possuem escalas, sendo, portanto, uma tarefa mais fácil para o consumidor (MEYNER; CASTURA, 2014; ARES et al., 2014; ARES et al., 2013).

Os termos da análise de CATA podem ser criados por avaliadores treinados, e/ou consumidores identificados para a classe de produtos que será testada, ou seja, o público alvo para o produto em questão. Esses termos são fornecidos aos avaliadores para que sejam escolhidos como forma de descrever o produto em estudo (ARES et al., 2013, VARELA; ARES, 2012).

Segundo Jaeger et al. (2013) este método é confiável, e de acordo com os autores, realizaram teste e reteste e verificaram que na repetição da análise sensorial não obtiveram alteração no resultado mantendo as mesmas características apontadas pelos avaliadores na primeira análise realizada. Porém, uma limitação encontrada para este teste, é a ordem fixa dos termos. Eles indicaram que a ordem dos termos não deve ser fixa e sim distribuída ao acaso.

Ares et al. (2013) estudaram a quantidade necessária de termos CATA para realização dos testes. Relataram que não há necessidade de que estas listas de termos sejam longas, verificaram que quando as listas eram adicionadas com outros termos com a intenção de alterá-las de curtas para longas, os consumidores continuavam marcando maior número de palavras em listas curtas.

A quantidade mínima de julgadores/consumidores deve ser de 50 pessoas e o ideal que seja superior a 100 avaliadores.

Por meio da combinação e correlação entre os testes descritivos e afetivos na análise sensorial, é possível conduzir o desenvolvimento e o melhoramento do produto com as características fornecidas pelos avaliadores (MACFIE, 2007; STONE; BLEIBAUM; THOMAS, 2012).

3.9 ANÁLISE DE TEXTURA

O perfil de textura é realizado em dois ciclos, um de compressão e um de descompressão de uma amostra de alimentos a fim de simular a duas mordidas (RAMOS; GOMIDE, 2007). A textura é resultado da deformação de um alimento quando mordido, prensado, ou cortado; é nessa alteração que se tem conhecimento da dureza, adesividade, elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade entre outros (TEIXEIRA, 2009).

A dureza (*hardness*) está relacionada à força máxima aplicada no primeiro ciclo da compressão da amostra. A adesividade (*adhesiveness*) é uma força negativa resultado de um trabalho exercido para superar a atração entre o alimento e a sonda. Elasticidade (*springiness*) é a capacidade que o material tem de retornar sua forma original quando submetido a uma deformidade. Coesividade (*cohesiveness*) é a razão entre o trabalho realizado no segundo ciclo em relação ao trabalho realizado no primeiro ciclo. Mastigabilidade (*chewiness*) é a desintegração necessária para que a amostra atinja o ponto de deglutição (CHEVANAN et al., 2006).

3.10 ANTIOXIDANTES

A FDA (*US Food and Drug Administration*) define antioxidantes como sendo compostos químicos que possuem capacidade de reagir com os radicais livres, retardando os processos de deterioração, inibindo os efeitos negativos ao organismo e a descoloração que pode ocorrer no produto durante a oxidação lipídica (SIES; STAHL, 1995).

Os radicais livres são moléculas altamente instáveis que possuem elétrons não pareados, ou seja, elétrons totalmente disponíveis para reagir com outras moléculas (HALLIWELL, 1994). A formação e inibição destas ligações ocorrem de

forma contínua com reações em cadeia. Os radicais são formados por meio da via catalítica das enzimas, no metabolismo celular, quando realizam a transferência de elétrons. Também podem ser formados por outros fatores como: inflamações no organismo, exposição ao ozônio e a radiações gama e ultravioleta, o uso de medicamentos, cigarro e a uma dieta irregular (CERUTTI, 1994; BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Diversas fontes de antioxidantes naturais são encontradas no reino vegetal. Feijões coloridos, como preto e vermelho, podem ser consideradas fontes de antioxidante e polifenóis (GRANITO; PAOLINI; PEREZ, 2008; ANTON; FULCHER; ARNTFIELD, 2009). Nas plantas, os compostos fenólicos atuam como conservadores inibindo a ação de patógenos, e além disso, são os responsáveis pela pigmentação do vegetal (SHAHIDI; NACZK, 1995).

No centeio são encontradas quantidades significativas de fitoquímicos como lignanas, compostos fenólicos e alquilresorcinóis (BONDIA-PONS et al., 2009). Sendo que os que formam a maior quantidade de compostos antioxidantes são os compostos fenólicos, em especial o ácido ferúlico (ANDREASEN et al., 2000). Porém, a maior parte está indisponível para a absorção do organismo, porque estão ligados às fibras alimentares, o que segundo Nyström et al. (2008), disponível resta apenas 4% de fenólicos totais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

A farinha de centeio proveniente de centeio cultivar BRS Serrano, safra 2017, foi gentilmente fornecida pelo Moinho São Luiz (Guarapuava-PR). O amido do centeio foi extraído da farinha no Laboratório de Tecnologia de Cereais, Raízes e Tubérculos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

A farinha e o amido de feijão foram obtidos e extraídos, respectivamente, no mesmo Laboratório de Cereais, sendo proveniente de feijão preto cultivar Uirapuru, safra 2018, fornecidos gentilmente pela empresa Feijão Potarollo (Ponta Grossa-PR).

Os reagentes utilizados para a extração e análises químicas foram: água deionizada, ácido clorídrico, hidróxido de sódio, sulfato de cobre e sulfato de potássio, ácido sulfúrico, hexano, ácido acético e cloreto de cálcio (marca Alphatec), todos de grau analítico.

Para a análise de digestibilidade foram utilizados: goma guar (Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA), alfa-amilase pancreática suína (Sigma-Aldrich, E.C. 3.2.1.1, 8 × USP specifications, P7545), amiloglucosidase de *Aspergillus niger* (Sigma-Aldrich, E.C. 3.2.1.3, A7095, ≥260U/mL). A determinação de amido total foi feita utilizando-se o kit KTSTA (AA/AMG) fornecido pela Megazyme International (Wicklow, Irlanda), conjuntamente com o kit GOPOD (Megazyme International) de teste D-Glucose o qual contém reagentes de alta pureza para a medição e análise de glicose em extratos de cereais.

4.2 MÉTODOS

As análises do comportamento desenvolvido pelas farinhas durante o processamento dos *muffins* pode ser previsto por meio de análises laboratoriais das farinhas utilizadas na formulação. Foram realizadas nos laboratórios do CTA- Centro de tecnologia agroalimentar do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Ponta Grossa-UEPG.

4.2.1 Obtenção das farinhas

A farinha de centeio foi cedida gentilmente pelo moinho São Luiz, enquanto para obtenção da farinha de feijão os grãos integrais foram processados. Os grãos foram secos em estufa de circulação de ar (Tecnal, TE 394/1 Piracicaba SP, Brasil) a 40 °C por 24 horas, até atingirem a umidade final de 14%, e posteriormente triturados em moinho de rotor tipo ciclone (Fortinox Star FT 51, Piracicaba, SP, BR) e armazenados em pacotes plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD).

4.2.2 Extração do amido de feijão

O procedimento para a extração do amido de feijão foi baseado em metodologias de Ruiz-Ruiz et al. (2013) e Bedin (2014), com algumas modificações. Para o fracionamento, 100 g de farinha de feijão foram suspensos em água deionizada gelada (4 °C) a uma relação 1:5 (p/v), batido em liquidificador durante 5 minutos e posteriormente tamizado por peneiras de 150 e 270 mesh respectivamente. A torta restante foi novamente suspensa em água e tamizada pelas peneiras. O material tamizado foi coletado, e ajustado o pH para 8, com uma solução de hidróxido de sódio 1,0 mol L⁻¹. A suspensão foi deixada decantar por 1 hora. Foi então, descartada a solução sobrenadante e novamente suspenso o material em solução de hidróxido de sódio 0,05 mol L⁻¹, agitada durante 1 h a 400 rpm em agitador mecânico, IKA RW 20 (IKA-werke, Staufen, Alemanha). Após agitação a suspensão foi centrifugada em centrífuga refrigerada (Hettich, rotina 420R, Tuttlingen, Alemanha) a 7168 xg a 10 °C durante 10 minutos. Do material centrifugado foram separadas três frações: o sobrenadante que foi descartado, e duas frações do material que ficaram decantados: a proteína insolúvel fica na parte superior e o resíduo decantado, contendo amido na parte inferior do tubo. Após separação o conteúdo amiláceo foi seco em estufa de circulação de ar (Tecnal, TE 394/1 Piracicaba SP, Brasil) a 40 °C por 24 horas. O amido foi re-suspenso em água deionizada e tratado com NaOH 0,05 mol L⁻¹, mesma concentração utilizada no início do processo para separar a proteína residual, deixando assim o amido decantar e o líquido sobrenadante foi descartado. Posteriormente, o pH foi ajustado em 6,5 com HCl 0,01 mol L⁻¹. O amido foi filtrado em funil de Buchner com auxílio de uma bomba a vácuo (Tecnal TE-058, Piracicaba SP, Brasil) e lavado com água

deionizada três vezes para a completa remoção dos sais. Em seguida o amido já purificado, foi seco em estufa com circulação de ar a 40 °C /24 horas, pesado em balança analítica (Shimadzu, mod. AY 220, Quioto, Japão) e embalado em frascos de polietileno.

4.2.3 Extração do amido de centeio

O procedimento para a extração do amido de centeio foi baseado na metodologia de Morrison; Milligan e Azudin (1984), com algumas modificações. Foram suspensos 200 g de farinha de centeio em 2 L de água gelada, homogeneizado em liquidificador (2 minutos) e deixado decantar por 3 horas em temperatura de 18 °C. Foi então tamisado em peneira de 325 mesh, e adicionado solução NaOH 0,05 mol L⁻¹ e deixado decantar por 12 horas. Foi descartada a solução sobrenadante e novamente adicionada solução NaOH 0,1% e deixando decantar por mais 24 horas. As lavagens combinadas foram centrifugadas (7168 xg, 10 minutos a 10 °C). O conteúdo sobrenadante que contém proteína foi raspado e descartado, sendo este processo repetido até o amido ficar visualmente limpo. Em seguida o amido já purificado, foi seco em estufa com circulação de ar (Tecnal, TE 394/1 Piracicaba SP, Brasil) à 40 °C por 24 horas, pesado em balança analítica (Shimadzu, mod. AY 220, Quioto, Japão) e embalado em frascos de polietileno.

4.2.4 Caracterização das matérias-primas

Os resultados obtidos foram determinados em triplicata, seguindo as normas da AOAC (AOAC, 2010). Foi determinada a umidade em estufa a 105 °C até peso constante, cinzas por incineração a 500 °C durante 5 horas, proteínas pelo método de Micro-Kdjedahl, utilizando 5,83 como fator de conversão de nitrogênio em proteína bruta para a farinha de cereal centeio e 6,25 para os amidos e farinha de feijão. Os teores de lipídeos foram determinados por extração em Soxhlet com hexano como solvente.

A granulometria foi verificada pelo método de gravimetria nº 66-20 (AACC, 2000), em que aproximadamente 100 gramas de amostra foram colocados em um sistema montado com uma sequência de peneiras sobre uma base vibratória (Bertel Indústria Metalúrgica Ltda., Caieiras SP, Brasil). A base foi acionada e após 20

minutos o material retido em cada peneira foi pesado para os cálculos de porcentagem. As aberturas das peneiras usadas foram: 14 mesh; 20 mesh; 40 mesh; 60 mesh; 80 mesh 150 mesh e o fundo conforme método adaptado de Gómez et al. (2010).

4.2.5 Propriedades tecnológicas dos amidos

Todas as análises referentes às propriedades tecnológicas do amido de cada matéria-prima foram avaliadas nos laboratórios da UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

4.2.5.1 Propriedades da pasta (RVA)

As propriedades de pasta ou viscoamilográficas foram determinadas com o auxílio do equipamento chamado viscoamilógrafo Rápido Visco Analisador (RVA-4 Newport scientific, Narabeen, Austrália) e o programa *Thermocline* for Windows. Foram pesados 2,49 g de amostra e adicionada água deionizada para completar a massa total de 28 g. Esta análise possibilitou avaliar os parâmetros: viscosidade máxima, mínima, de quebra, final, tendência a retrogradação, temperatura de pasta e o tempo para atingir viscosidade máxima. A rampa de temperatura consiste no aquecimento contínuo de 50 até 95 °C, manutenção da temperatura constante por 6 minutos, seguido por um resfriamento até completar o tempo de análise, que totaliza 23 minutos (DEMIATE et al., 2005).

4.2.5.2 Difração de raios X

As amostras de amidos foram submetidas à radiação de um tubo de Cu 40 kV e 30 mA, com comprimento de onda de 1,5406 Å. Os padrões de refração de raios X foram obtidos em um difratômetro Rigaku Ultima IV (Rigaku, Tóquio, Japão), disponível no Complexo de Laboratórios Multiusuários (C-LabMu) da UEPG. Os difratogramas de raios X obtidos sofreram aplicação de “*smoothing*” para diminuir os ruídos instrumentais.

Para calcular a cristalinidade relativa é feita a relação entre as áreas de pico e a área total dos gráficos sem tratamento, evitando assim erros de leitura (NARA; KOMIYA, 1983).

4.2.5.3 Microscopia Eletrônica de Varredura por efeito de campo (FEG)

O detalhamento da morfologia dos grânulos foi obtido em microscópio eletrônico de varredura (FEG). As amostras de amido foram desidratadas a vácuo; pequenas quantidades de amostra foram pulverizadas sob fita de carbono, e metalizadas com ouro e paládio, e então colocadas sobre suportes metálicos cilíndricos. Para conferir condutividade ao amido, todas as amostras foram recobertas com ouro em metalizador a vácuo (Marca Balzers). As micrografias foram obtidas no microscópio Jeol (T-300) sob aceleração de 15kV usando-se filme Neopan SS 135mm, 100 ASA (ITO et al., 2018).

A avaliação do aspecto visual das superfícies dos grânulos de amido de feijão e de centeio foi realizada em microscopia eletrônica de varredura com efeito de campo, utilizando 15 kV e ampliação de 1000, 2000 e 4000x, com equipamento TESCAN – MIRA 3 (TESCAN, Kohoutovice, República Checa).

4.3 PRODUÇÃO DOS *MUFFINS*

4.3.1 Formulação

As formulações testadas para elaboração dos *Muffins* estão descritas na Tabela 1. A proporção de cada ingrediente foi determinada em peso.

Tabela 1 - Formulações utilizadas para a elaboração dos bolos tipo *Muffin*.

Ingredientes (%)	F1	F2	F3	F4
Farinha integral de feijão	22,67	9,53	16,14	0,00
Farinha integral de centeio	9,53	22,67	16,14	0,00
Farinha integral de trigo	0,00	0,00	0,0	32,20
Leite integral	21,30	21,30	21,30	21,30
Óleo de soja	5,22	5,22	5,22	5,22
Fermento químico	2,49	2,49	2,49	2,49
Cacau em pó alcalino	4,54	4,54	4,54	4,54
Açúcar demerara	22,67	22,67	22,67	22,67
Ovo	11,33	11,33	11,33	11,33
Gotas de chocolate	0,25	0,25	0,25	0,25
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

4.3.2 Processo

Os testes foram realizados na panificadora experimental da UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Foram desenvolvidos 65 testes até chegar à formulação base, e, a partir dessa formulação, foram realizadas variações nas proporções de farinhas integrais de feijão e centeio.

Foram pesados todos os ingredientes e então, estes foram misturados e batidos em uma batedeira planetária orbital (BAT600, Cadence, Brasil) até chegar ao ponto de uma massa homogênea. Após o batimento, a massa foi dividida em formas individuais, de aproximadamente 50 g e acondicionada em forno a 230 °C por 8 minutos.

4.3.3 Avaliação dos *muffins*

Com o objetivo de avaliar o efeito das variações das proporções das farinhas de integrais de centeio e feijão durante o processo, os *muffins* foram avaliados conforme as análises descritas a seguir.

A umidade foi determinada em estufa a 105 °C, as cinzas foram determinadas por incineração a 500 °C durante 5 horas, as proteínas pelo método de Micro-Kjeldahl, utilizando 6,25 como fator de conversão de nitrogênio a proteína bruta e os

teores de lipídeos foram determinados por extração em Soxhlet com hexano como solvente.

A determinação das fibras alimentares foi realizada seguindo a metodologia de Ruiz-Ruiz et al. (2013), por intermédio do método enzimático gravimétrico, sendo utilizado o kit enzimático da marca Megazyme (Wicklow, Irlanda).

4.3.4 Digestibilidade *in vitro* do amido

Para a digestibilidade do amido contido no *muffin*, foi adotado o método proposto por Englyst et al (1992). A digestão do minibolo desenvolvido com farinhas integrais de feijão e de centeio, foi baseada em um processo de hidrólise *in vitro* do amido. Em tubos de 50 mL foram adicionados cerca de 900 mg de amostra, 50 mg de goma guar, cinco bolas de vidro (diâmetro aproximadamente 5mm) e 20 mL tampão acetato 0,1M pH 5,2. Os tubos foram levados ao banho térmico a 37 °C por 5 min para estabilização de temperatura. Em seguida foram adicionados 5 mL de solução enzimática contendo alfa-amilase pancreática suína (Sigma-Aldrich, E.C. 3.2.1.1, 8 × USP specifications, P7545) e amiloglucosidase de *Aspergillus niger* (Sigma-Aldrich, E.C. 3.2.1.3, A7095, ≥260U/mL). Foram retiradas duas alíquotas de 0,250 mL de amostra após 20 minutos e 120 minutos de banho térmico a 37 °C, e foram colocadas em tubos contendo 10 mL de etanol 66%. Os tubos foram centrifugados por 5 min (1000 ×g). Foi retirada uma fração do sobrenadante e determinado a glicose pelo método de GOPOD.

Para determinação da glicose total (GT) foi usado o teste kit para amido total da Megazyme – Método AOAC 996.11. 45 Os valores obtidos para G20, G120 e GT foram utilizados para calcular amido total (AT), RDS, SDS e RS como segue nas equações 1,2,3 e 4:

$$AT = (GT) \times 0,9 \quad (1)$$

$$RDS = (G20-GT) \times 0,9 \quad (2)$$

$$SDS = (G120 - G20) \times 0,9 \quad (3)$$

$$RS = AT - SDS \text{ ou } (GT - G120) \times 0,9 \quad (4)$$

Onde:

AT= Amido total

GT= Glicose Total

RDS = Amido de Rápida Digestão

SDS = Amido de lenta Digestão

RS = Amido Resistente

4.3.5 Cor instrumental

A análise de cor foi mensurada pelo sistema CIEL*a*b*, em colorímetro MiniScan EZ 4500L (HunterLab, USA). Após o ajuste e calibração do equipamento, cada amostra foi colocada no centro da lente do colorímetro e foram realizadas as medidas de coloração da superfície do *muffin*.

Os parâmetros analisados foram: L* - luminosidade (L* = 0 - preto e L* = 100 - branco) e a* e b* são coordenadas cromáticas (+a* vermelho e -a* verde; +b* amarelo e -b* azul). Foram calculados ainda, cromaticidade (croma) C = $[a^2+b^2]^{1/2}$ e ângulo de tonalidade ($^{\circ}H$) = $\tan^{-1} [b/a]$ (ANTONIOLLI et al., 2011).

Os valores de L* expressam a luminosidade ou claridade da amostra e varia de 0 a 100; assim sendo, quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Valores de a* positivos indicam tendência à coloração vermelha e negativos à coloração verde. Valores de b* positivos expressam maior intensidade de amarelo e mais negativos, maior intensidade ao azul. O ângulo de tonalidade Hue ($^{\circ}H$) tem seus valores determinados, sendo os mais próximos de 0° tonalidades mais fortes de vermelho, o vermelho puro, e 90° representa o amarelo puro. Hue ($^{\circ}H$) inicia-se no eixo +a* e é dado em graus, em que: +a* corresponde ao vermelho (0°), +b* ao amarelo (90°), -a* ao verde (180°) e -b* ao azul (270) (MACDOUGALL, 2002; ANTONIOLLI et al., 2011, CÓRDOVA, 2012).

4.3.6 Volume específico

Relacionado com o teor de sólidos solúveis existentes na massa, o volume específico é o inverso da densidade ou massa específica. Bolos com baixo valor de volume específico possuem alto teor de umidade, sabor inadequado e difícil mastigação (ALMEIDA, 2011).

Determinado pelo deslocamento das sementes de painço, o volume específico foi mensurado uma hora após a cocção do bolo. Este é determinado pela razão entre o volume do panificado e sua massa (ALMEIDA, 2011).

4.3.7 Análise de Textura

Foram realizadas leituras em triplicata a partir do segundo dia de armazenamento para que ocorresse a distribuição da umidade na massa, conforme metodologia descrita por Esteller et al. (2005).

Foi utilizado o texturômetro TA.XT2 – Stable Micro Systems nos seguintes parâmetros: probe compression platens P/100 ϕ 100mm, dupla compressão 2,0 mm/s, distância 40%, teste de ruptura 1,0%, força 100 g, tempo 5 s (CAMARGO et. al., 2008).

Os parâmetros analisados foram: dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade.

4.3.8 Análise sensorial

A análise sensorial foram realizadas nos Laboratórios do Departamento de Engenharia de Alimentos da UEPG. Este trabalho teve o projeto avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/PR por meio do parecer 3.234.380.

A análise sensorial foi realizada por uma equipe de 100 avaliadores não treinados, constituída por alunos, professores, colaboradores e comunidade do Campus Uvaranas da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

As quatro amostras foram apresentadas de forma aleatória, uma por vez, codificadas com três dígitos aleatórios. Todos os avaliadores provaram todas as amostras de *muffin*, de aproximadamente 39g, e foram servidas em temperatura ambiente na presença de luz branca.

Foram realizados teste de aceitação (ANEXO A) em relação aos atributos aroma, sabor, cor e textura, utilizando uma escala hedônica, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). O teste de intenção de compra utilizou escala com cinco pontos com os extremos: “certamente compraria e certamente não compraria” (LAWLESS; HEYMANN, 2010). A escala do ideal “*Just*

about right" (JAR) foi aplicada, para os atributos doçura, textura e odor, que solicitava selecionar entre a opção ideal, muito e pouco em relação a cada atributo. Análise de CATA (*Check-all-that-apply*) em que os participantes foram apresentados a 25 atributos que pudessem selecionar para caracterizar a amostra avaliada. Foram ainda realizados no mesmo formulário, questionamentos quanto à frequência de consumo do produto e se o consumidor teria interesse em pagar a mais se soubesse dos benefícios que o produto traria.

Para a análise dos dados, recomenda-se o uso de estatística univariada baseada no teste qui-quadrado ou análises multivariadas (MEYNER; CASTURA, 2014, VARELA e ARES, 2012; ARES et al., 2014).

4.3.9 Atividade antioxidante

Extratos etanólicos de *muffins* secos e moídos foram preparados, suspendendo 1 g de amostra (triturada, seca e desengordurada) em 10 mL de etanol / água 4: 1 (v / v). As amostras foram deixadas por 1,5 h em uma placa agitadora. Os extratos foram separados por filtração através do filtro de papel. Os extratos foram utilizados para determinar as concentrações fenólicas totais, e potenciais antioxidantes, conforme metodologia, descrita por Antoniewska et. al. (2018).

O conteúdo total de fenólicos foi analisado usando o Reagente de Folin-Ciocalteu a 720 nm com ácido gálico como padrão (SINGLETON; ROSSI, 1965); os resultados foram expressos em ácido gálico equivalente (mg GAE / 100 g de extrato). Um volume de 0,1 mL de extrato foi diluído em 8,4 mL de água deionizada, acrescido de 0,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu a solução foi homogeneizada e, após 3 min, acrescentou-se 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3). Decorrida 1 hora de repouso, foram realizadas as leituras em triplicata das absorbâncias em espectrofotômetro.

A capacidade antioxidante do *muffin* foi determinada segundo o método descrito por Sánchez-Moreno, Larrauri e Saura-Calixto (1998): 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH). Este método consiste na redução do radical estável DPPH por meio da ação dos antioxidantes presentes na amostra. A análise consiste em misturar 1,0 mL solução de DPPH, 2,9 mL de metanol e 0,1 mL do extrato da amostra e misturar vigorosamente deixando-se no escuro. Após o tempo de

descanso, a absorbância deve ser mensurada em 515 nm, contra uma amostra em branco. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$ de trolox de amostra.

A atividade antioxidante também foi estabelecida pelo método ABTS, proposto por Van den Berg et al. (1999). Esta metodologia mede a capacidade antioxidante baseada na habilidade das substâncias em inativar radicais, neste caso o radical ABTS (ABTS). Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$ de trolox na amostra. A solução do radical ABTS⁺ foi preparada por meio da mistura de 3 mL da solução ABTS (7 mmol/L) com 3 mL da solução de persulfato de potássio (2,45 mmol/L), deixou-se reagir por 16 h na ausência de luz. Após este período, 4 mL da mistura foram diluídos em 250 mL de água. Então, a solução de ABTS teve a sua absorbância corrigida para uma absorbância próxima a 0,70 (734 nm). Os tubos foram adicionados 100 μL da amostra e 1,4 mL da solução de ABTS. A reação foi deixada reagir por 30 min na ausência de luz então, foram submetidas à leitura da absorbância em espectrofotômetro a 734 nm.

O ensaio FRAP foi realizado segundo metodologia de Benzie e Strain (1996) a qual consiste em verificar o poder de redução do Ferro pela amostra. A análise é realizada iniciando com a preparação de uma solução tampão de acetato de sódio a 300 mM adicionada de 1,87 g de $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ (acetato de sódio anidro) em 16 mL $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (ácido acético glacial) completando com água destilada para 1000 mL (pH3,6). O preparo da solução 10 mM TPTZ (2, 4, 6 solução de tripiridil-s-triazina, Sigma-Aldrich®) foi realizado adicionando a massa de 0,03121g de TPTZ em 10 mL de HCl (ácido clorídrico) 40 mM. Em seguida, preparou-se uma solução de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (cloreto de ferro, Biotec®) 20 mM. A nova solução de trabalho foi preparada misturando 60 mL de tampão acetato, 6 mL da solução de TPTZ e 6 mL de solução $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. A amostra (20 μL), em triplicatas, foi permitida reagir com 280 μL da solução FRAP por 30 min no escuro. As leituras (complexo ferroso de tripiridil-triazina) foram realizadas em $\lambda = 593\text{ nm}$ em espectrofotômetro (BioTek® modelo ELx808 com agitador). O padrão Trolox foi utilizado para o desenvolvimento da curva de calibração ($0\text{-}1000\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$), os resultados foram expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$ de trolox.

4.3.10 Análise estatística

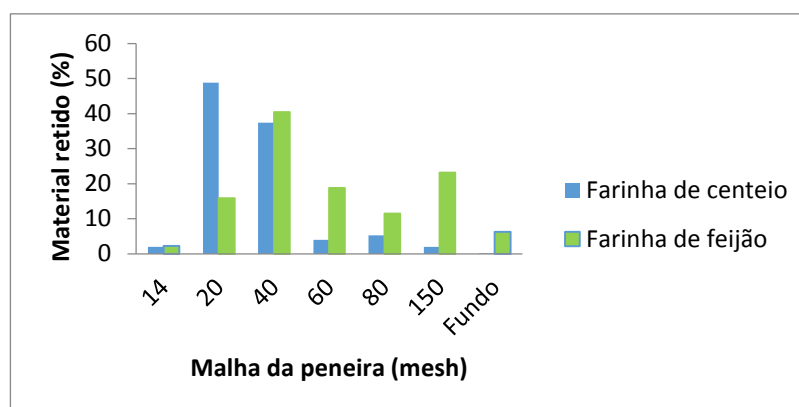
Os dados foram tratados por Análise de Variância (ANOVA), sendo reportados na forma de média e desvio padrão. As médias foram submetidas ao teste de comparação de médias, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). A análise estatística foi realizada com auxílio do software livre ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 GRANULOMETRIA

Os resultados do perfil granulométrico das farinhas estão representados na Figura 7.

Figura 7 - Perfil granulométrico das farinhas integrais de centeio e feijão.



A granulometria tem como objetivo medir o tamanho das partículas, as quais podem interferir diretamente na digestibilidade do produto, visto que quanto menor a amostra, maior é o contato direto com o suco gástrico do estômago no momento da digestão (BELLAYER; NONES, 2000).

A farinha integral de centeio ficou 49% retida na peneira com abertura de 20 mesh e 37% na peneira de 40 mesh, permitindo verificar que esta farinha possui a maior parte de suas partículas com tamanho entre 0,42 a 0,84 mm, ou seja, pode ser considerada uma farinha com partículas homogêneas, com diâmetro médio total das partículas de 0,61mm. Porém, são consideradas partículas grandes quando comparadas a farinha de trigo refinada a qual deve possuir segundo o seu padrão de identidade e qualidade 95% de partículas com 250 mesh ou 0,063 mm; já, a granulometria da farinha integral de trigo é variável conforme o processo e o produto requerido.

Warechowska et al. (2019) encontraram tamanhos de partículas muito menores 0,074 mm aos valores encontrados neste trabalho, visto que a aplicação da farinha era para elaboração de pães. Neste caso partículas menores devem ser

utilizadas para que a massa tenha melhor desenvoltura e o pão seja mais volumoso, desta forma as enzimas conseguem acessar com maior facilidade o amido dispondo de maior quantidade de glicose livre para a fermentação (BUCSELLA et al. 2016).

Para a farinha integral de feijão verificou-se distribuição de partículas heterogêneas entre as peneiras, pois ocorreu retenção percentual de farinha acima de 10% nas peneiras de 20 a 150 mesh, sendo a peneira de 40 mesh a que obteve maior retenção, com aproximadamente 40%.

O tamanho médio total das partículas para a farinha integral de feijão foi 0,36 mm, valor próximo ao encontrado por Froes (2012) e Xavier (2013) quando avaliaram a granulometria da farinha de diferentes cultivares de feijões e encontraram valores entre 0,25 a 1,00 mm.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos das amostras de farinhas e amidos estudados estão dispostos na Tabela 2.

A umidade da farinha de centeio está de acordo com a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, que define teor máximo de 15% de umidade para farinhas, amido de cereais e farelos. O valor encontrado neste trabalho pode estar relacionado com um maior tempo de secagem no preparo dos grãos antes da moagem.

Para a farinha integral de feijão o teor de umidade encontrado é similar ao encontrado pelos autores Ramírez-Cárdenas, Leonel e Costa (2008) que caracterizaram diferentes variedades de feijão, e obtiveram resultados que variaram de 10,69 a 15,38%. O que também ocorreu com a umidade determinada para o amido de feijão, foi bem próximo ao encontrado por Wang (2014) de 9,4% quando determinou as características físico químicas de amidos de feijão de 5 diferentes cultivares. Valor similar também foi encontrado para o amido de centeio, indicando que o processo de secagem foi semelhante e eficiente para as duas amostras conforme a RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

Farinhas provenientes de cereais integrais são mais escuras e possuem maior teor de cinzas, uma vez que a concentração dos minerais está na parte mais externa do grão, onde se encontra o farelo (GERMANI, 2007). Entre as amostras analisadas a farinha integral de centeio foi a que apresentou maior teor de cinzas, e

isto se justifica pela presença da camada de farelo na farinha, responsável pela concentração dos minerais.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas das farinhas integrais e amidos de centeio e feijão

Amostras	Umidade %	Cinzas%	Proteínas %	Lipídeos %
FC	12,4±1,41	1,6±0,03	12,4±0,48	1,7±0,12
FF	10,2±0,02	0,6±0,02	19,2±0,56	1,9±0,01
AC	9,6±0,62	0,1±0,01	0,8±0,06	0,2±0,01
AF	9,0±0,11	0,1±0,01	0,6±0,02	0,2±0,01

NOTA: Resultados apresentados na forma de média $\pm$ desvio padrão .FC-Farinha integral de centeio, FF-Farinha integral de feijão, AC- Amido de centeio, AF- Amido de feijão.

Segundo Almeida Costa et al. (2006), o teor de proteínas em cereais é menor do que em leguminosas, sendo valores encontrados para cereais em torno de 7 a 14%, enquanto que em leguminosas os valores variam de 17 a 40%, dados estes que corroboraram com os valores obtidos neste trabalho. Wang (2014) encontrou valor médio de proteína de 24,4% para cinco diferentes cultivares de feijão e Dueñas et al. (2016) 17,7% para o feijão comum.

Baixos valores de lipídeos seguindo ao previsto da literatura. Os feijões são uma boa fonte de fibra solúvel, vitaminas do complexo B, ferro, cálcio, potássio e fósforo, e com baixo teor de sódio e gordura (SINGH; BYARS; LIU 2015). Lestari; Huriyati; Marsono (2017) verificaram conteúdo lipídico para a farinha de feijão comum de 1,9%, Hayat et al. (2014) de 1,8% e Ramírez-Jiménez et al. (2014) de 1,7%, valores similares encontrados neste trabalho.

5.3 COR INSTRUMENTAL DA MATÉRIA-PRIMA

Os valores obtidos referentes à análise de cor das farinhas integrais e dos amidos da farinha integral de feijão e centeio estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados das análises de cor das farinhas integrais e amidos de feijão e centeio.

Amostras	L	a	b	°H	Choma
FC	82,54±0,09	1,66±0,04	7,79±0,04	77,96	7,96
FF	77,09±0,01	0,46±0,01	7,32±0,14	86,37	7,33
AC	92,02±0,06	0,11±0,06	4,33±1,19	88,50	4,33
AF	86,41±0,01	0,45±0,01	3,78±0,02	84,27	4,51

FC-Farinha integral de centeio, FF- Farinha integral de feijão, AC- Amido de centeio, AF- Amido de feijão.

A farinha de centeio revelou ser a farinha mais clara, pois, apresentou maior valor de L, com tendência ao branco, mesmo esta amostra tendo alto teor de cinzas, o que ocasiona maior conteúdo de minerais e maior quantidade de pigmentos escuros, isso acarretaria em uma farinha mais escura. Contudo, comparada à farinha de feijão, a qual foi formulada integralmente com todas as partes do grão, inclusive com o tegumento, parte responsável pela concentração dos pigmentos escuros como as antocianinas, as quais determinam a cor, tonalidade e intensidade das sementes (DÍAZ; CALDAS; BLAIR, 2010), a farinha de feijão foi a mais escura.

Warechowska, Warechowski, Tyburski (2019) avaliaram as propriedades físico-químicas, potencial antioxidante e a qualidade do cozimento de grãos e farinhas de centeio primitivo e encontraram para três diferentes cultivares, valores relacionados à cor bem próximos ao encontrados para a farinha de centeio, que foram L= 86,9, 85,8 e 86,3 para a variável a = 1,06, 0,72 e 0,55 e para variável b = 6,25, 6,62 e 5,66.

Todas as amostras apresentaram tendências maiores para a coloração verde e menores para a coloração vermelha quanto a variável a. Já a variável b para todas as amostras apresentaram maior tendência à coloração amarela. Em relação à cromaticidade a qual estabelece a intensidade de cor de uma amostra, revelando que valores próximos ao zero às amostras possuem cores neutras e próximas a 60, cores vívidas, todas as amostras apresentaram valores os quais podem caracterizá-las como cores neutras. Os resultados obtidos para o ângulo de tonalidade indicaram maior valor para o amido de centeio. Desta forma, esta amostra foi a que

apresentou maior coloração amarela, seguida pela farinha de feijão, amido de feijão e por último pela farinha de centeio.

5.4 PROPRIEDADE DE PASTA

Os resultados do comportamento de pasta dos amidos e das farinhas integrais de feijão e centeio estão apresentados na Tabela 4 e ilustrados nas Figuras 8 e 9. A gelatinização é a desordem que decorre na região cristalina do grânulo de amido, formando regiões amorfas, decorrente do aquecimento da suspensão de amido em excesso de água (KOHYAMA et al., 2004). Os grânulos de amido incham, aumentando a viscosidade do meio, até o momento em que rompem sua estrutura e com isso ocorre uma diminuição na viscosidade, logo a temperatura reduz e a viscosidade aumenta devido à eliminação da água que não foi ligada fortemente na estrutura.

A obtenção de dados como a temperatura de pasta, permite saber qual a temperatura mínima que a amostra necessita para ser cozida, e ela é determinada no início do aumento de viscosidade, que ocorre entre os 3-5 minutos iniciais (ZENG et al., 1997; SINGH et al., 2011, MA et al., 2017).

A menor temperatura de pasta entre as amostras foi a temperatura da farinha de centeio, significando que esta farinha pode iniciar o cozimento com temperatura inferior a farinha de feijão. A quantidade de fibras alimentares presentes na farinha integral de centeio possibilita maior absorção de água, o que consequentemente proporciona maior pico de viscosidade pela maior hidratação dos grânulos de amido.

A farinha de centeio apresentou perfil viscoamilográfico padrão com todos os parâmetros bem definidos, o que não ocorreu com a farinha de feijão. Esta apresentou crescente aumento na viscosidade durante o período de aquecimento a 95 °C, sugerindo que a estabilidade desse parâmetro pode estar relacionada com os demais componentes da farinha. Comportamento semelhante foi observado em diferentes cultivares de feijões por Marquezini (2013) verificado também em feijões comuns originários do Canadá (CHUNG et al., 2008) e na farinha de feijão mungo e fava (LIU et al., 2006).

Os outros compostos presentes nas farinhas proporcionam valores de tendência a retrogradação menores do que os valores encontrados para os amidos

isolados. Isto indica a possibilidade de aplicação das farinhas em produtos como bolos, pães e pudins nos quais a retrogradação é indesejável.

Figura 8 - Perfil viscoamilográfico das farinhas integrais de centeio e feijão.

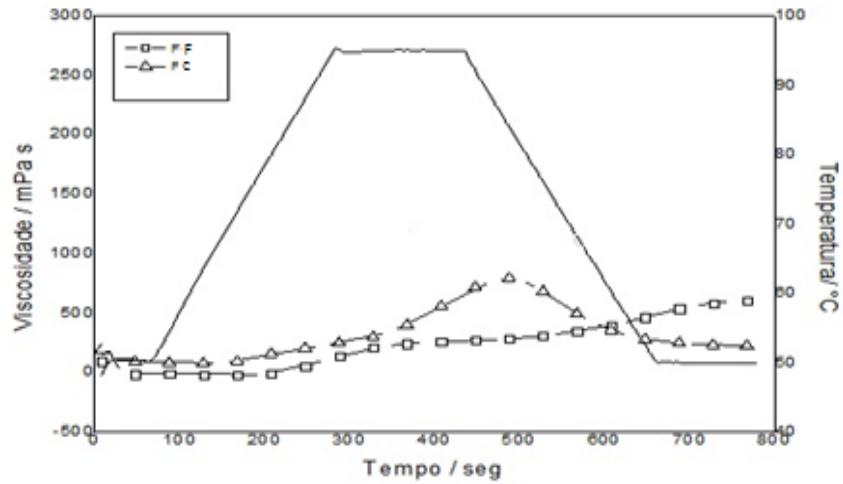


Figura 9 - Perfil viscoamilográfico dos amidos de centeio e feijão.

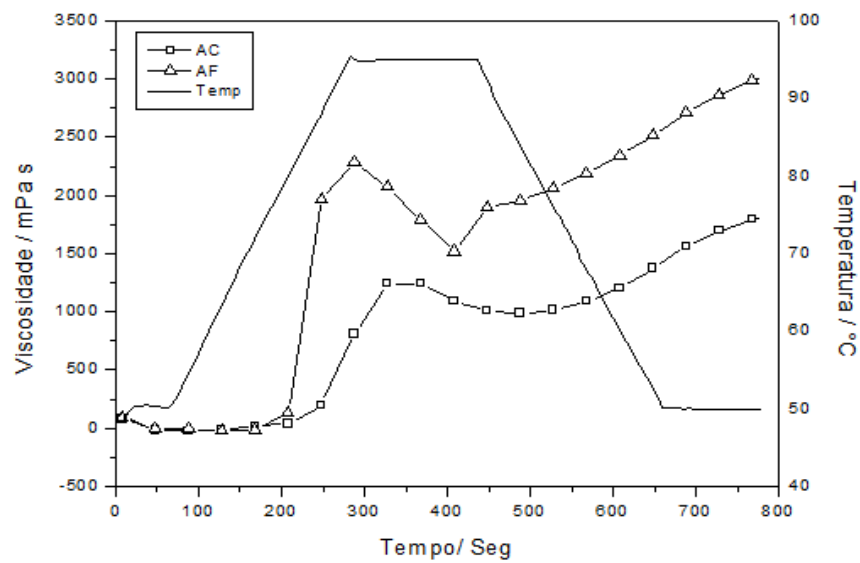


Tabela 4 - Propriedades de pasta das farinhas e amidos de feijão e centeio.

Amostras	Temp Pasta (°C)	Visc Máx (cP)	Visc Mín (cP)	Quebra (cP)	Visc final (cP)	Tend retrog (cP)
FC	59,05	795	216	579	581	365
FF	82,40	347	347	0	608	261
AC	70,01	1284	985	299	1807	523
AF	77,65	2291	1367	924	3009	1642

FC-Farinha integral de centeio, FF- Farinha integral de feijão, AC- Amido de centeio, AF- Amido de feijão.

Os dados de propriedades de pasta dos amidos estão dispostos na tabela 4, o amido de feijão demonstrou valores superiores em todos os parâmetros avaliados, quando comparado ao AC.

Estas variações de propriedade de pasta entre os amidos podem ser atribuídas à proporção de amilose e amilopectina, a morfologia do grão, a pureza do amido e a interação entre as ligações ramificadas nos grânulos (MA et al., 2017).

5.5 DIFRAÇÃO DE RAIOS X

A difratometria de raios X é utilizada para classificar o padrão de cristalinidade, ajudando a entender as diferenças em relação a regiões amorfas nas quais predomina a amilose e a cristalinas onde é encontrada a amilopectina de cada grânulo (BOUGUENG et al., 2012).

O amido de centeio, que é proveniente de um cereal, apresentou padrão de cristalinidade característico do tipo A, exibiu picos em ângulos de 2 (θ) de 15, 17, 18 e 23°, com cristalinidade relativa de 34,75%, enquanto o amido de feijão, uma leguminosa, demonstrou padrão do tipo C, com picos em ângulos de 2 (θ) de 5.5, 15, 17, 22 e 23 °, com cristalinidade relativa de 30,06% (Figura 10).

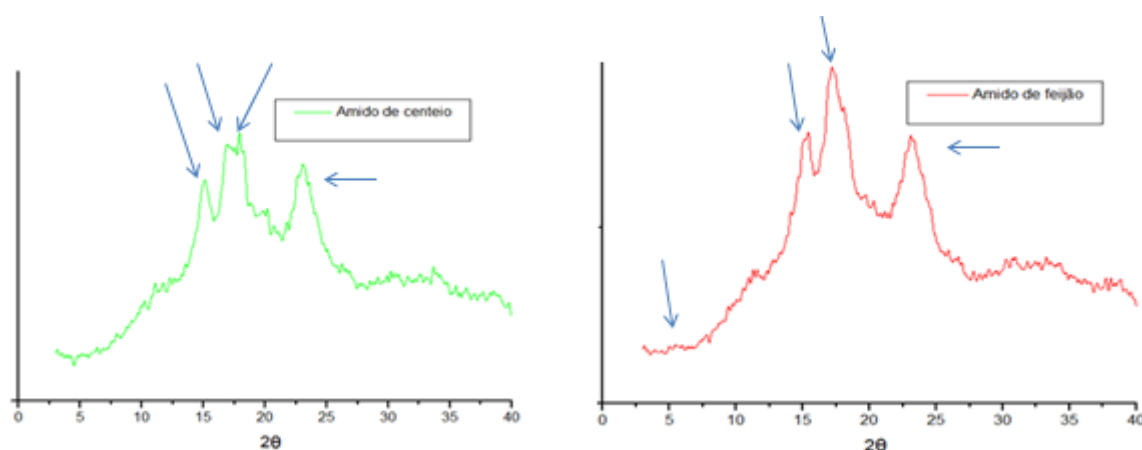
A cristalinidade relativa para o amido de feijão encontrada neste trabalho foi inferior à identificada por outros autores como Los et al. (2019) e Lima et al. (2017), que reportaram cristalinidade relativa de 34% para feijão Carioca e similares. Segundo Vanier et al. (2019), diferenças em cultivares podem acarretar diferenças na porcentagem de cristalinidade relativa, devido a distribuição das regiões amorfas e cristalinas. Como já mencionado neste trabalho, diferenças na origem botânica podem alterar a composições de amilose e amilopectina. Para Reddy et al. (2013), a

porcentagem de amilose em leguminosas pode variar de 30 a 65%, o que justificaria a variação verificada neste trabalho.

Diferentes cultivares de feijão entre elas, o feijão preto comum, foram avaliadas por Hoover e Ratnayake (2002) para a aplicação em biofilmes, e foi verificada cristalinidades relativas entre 17 e 21%, valores abaixo do encontrado neste estudo.

Quanto à cristalinidade relativa encontrada para o amido de centeio, se comparar esta amostra com outros cereais como o trigo, verificamos valores superiores de cristalinidade na maioria dos trabalhos. Yonemoto et al. (2007) estudaram as características de cristalinidade relativa e estruturais do amido de trigo de diferentes cultivares, e encontraram valores entre 22 e 28%. Ao e Jane (2008) encontraram cristalinidade relativa para amido de trigo extraído em laboratório de 35%. Dentre os dados obtidos entre as amostras de amido de feijão e centeio, a cristalinidade relativa do amido de centeio foi superior a do amido de feijão, levando-nos a considerar que o amido de centeio possui uma quantidade maior de amilopectina do que o amido de feijão.

Figura 10 - Padrões de difração de raios X.



5.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (FEG)

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (Figuras 11 e 12) possibilitam verificar a morfologia dos grânulos de amido de feijão e centeio, permitindo a visualização das diferenças nas superfícies e formatos de cada tipo e origem de grânulo.

O amido de centeio possui grânulos com superfícies lisas e de diferentes tamanhos, com distribuição caracterizada como bimodal, em que os grânulos maiores possuem formatos arredondados e achatados definidos como formato lenticular. Os grânulos pequenos, por outro lado, não possuem uma característica de formato bem definida, pois, pelas imagens é possível observar que existem grânulos no formato lenticular e esférico.

Característica similar é observada no amido de trigo, o qual possui grânulos tipo A ($>10\mu\text{m}$), que são grandes e de formato bem parecido do centeio lenticular, e grânulos tipo B ($10\mu\text{m}$), que são pequenos e de formato esférico (MORRISON; SCOTT, 1986; YONEMOTO, 2006).

O amido de feijão possui formato ovóide, paredes lisas e distribuição de grânulos de tamanho homogêneo. Características similares foram encontradas por Demiate et al. (2016) e Los et al. (2019) para feijões cariocas.

Nas duas amostras foi possível verificar paredes lisas e com mínimas ranhuras, o que dificulta a ação das enzimas quanto ao rompimento das ligações para acesso interno do grânulo, isso interfere na degradação e transformação do amido em glicose livre, consequentemente retarda a digestibilidade do grânulo (DARTOIS et al., 2010, AMBIGAIPALAN et al., 2011; VANIER et al., 2019).

Figura 11- Imagens de FEG do amido de centeio

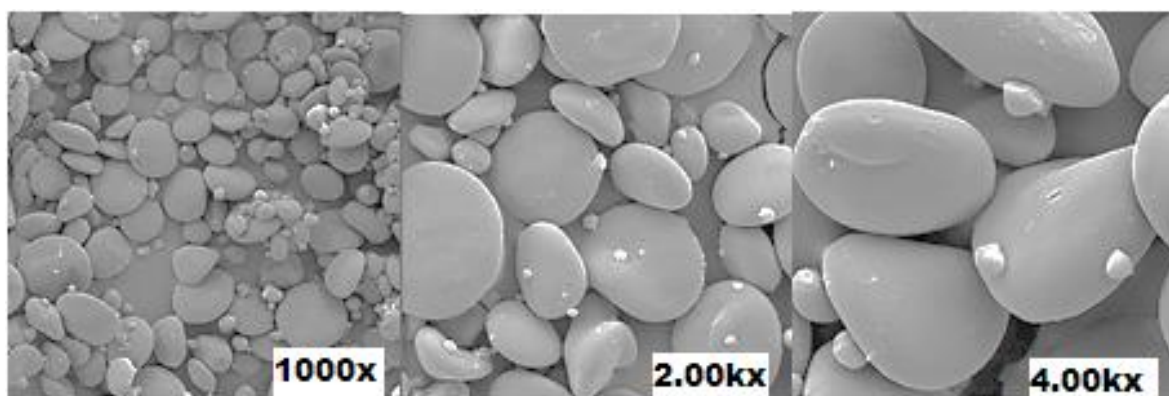
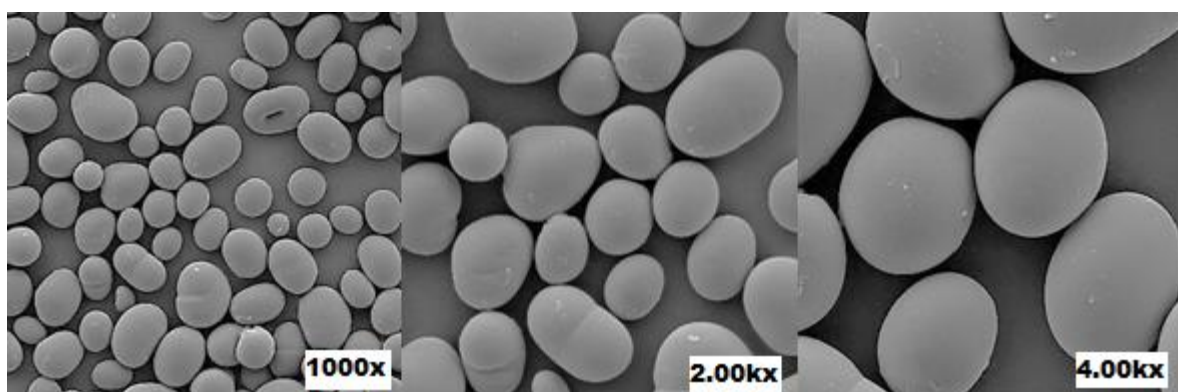


Figura 12 - Imagens de FEG do amido de feijão



5.7 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO *MUFFIN*

As análises físico-químicas de caracterização para o bolo tipo *Muffin* (Figura 5) e a digestibilidade *in vitro* foram realizadas para a amostra que obteve maior nota na análise sensorial, ou seja, a formulação F2 (70% farinha integral de centeio e 30% farinha integral de feijão) os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Figura 13 - Imagens dos *Muffins* prontos**Tabela 5** - Composição proximal e degestibilidade *in vitro* do amido e do bolo tipo *Muffin*

Análises	Resultados (%)
Umidade	27,36±0,42
Cinzas	2,60±0,05
Proteínas	8,40±0,59
Lipídeos	12,11±0,11
Fibras alimentares	20,36±0,03
Amido total	33,54±0,12
Digestibilidade	
RDS%	66,84±0,04
SDS%	30,79±0,05
RS%	2,38±0,09

RDS- amido de rápida digestão; SDS-amido de lenta digestão; RS- amido resistente.

Gutkoski (2011) quando avaliou a influência de diferentes tipos de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês, encontrou valores inferiores de umidade, os valores de umidade variaram de 12,72 a 13,71%. Jeong e Chung, (2018) observaram valores de umidade inferiores, porém, mais próximos, entre 31 a 33% para *muffins* elaborados com farinha de feijão caiupi e farinha de arroz ceroso.

O teor de umidade foi mais alto do que os valores encontrados na literatura. Isso pode estar relacionado à composição química das farinhas de feijão e centeio, visto que as proteínas e as fibras contribuem para uma maior capacidade de absorção de água, o que consequentemente aumenta o teor de umidade do *muffin* (HALLEN et al., 2004).

O conteúdo de cinzas foi próximo ao encontrado por Jeong, Chung, (2018) de 1,9 a 2,0 %, e superior ao encontrado por Trindade et. al. (2018) de 1,16 a 1,27% quando avaliaram *Muffins* adicionados de farinha de feijão de diferentes classes.

Para um produto ser considerado fonte de proteína, segundo a RDC nº54 de 2012, ele deve conter $6\text{g}.100\text{g}^{-1}$ de proteína e a proteína deve conter quantidades pré-determinadas de aminoácidos essenciais (BRASIL, 2012). Pela quantidade de proteína avaliada no *muffin* elaborado com farinhas integrais de centeio e feijão já poderia ser considerado uma fonte de proteínas, porém, deve ainda ser realizada uma análise específica para quantificação de aminoácidos, para confirmar esta afirmação.

A fração lipídica das farinhas (FC=1,7% e FF=1,9%) determinadas neste trabalho foi inferior ao observado no produto, uma vez que a maior parte deste valor determinado de lipídeo do *muffin* é proveniente dos ingredientes adicionados à formulação. Mesmo assim quando comparado ao resultado com os valores encontrados por outros autores, o valor de lipídeos ainda continua sendo baixo, Jeong e Chung, (2018) de 16,8 a 17,7 %, e por Trindade de Barros et. al. (2018) de 13,09 a 13,91%.

Seguindo ainda a legislação RDC nº54 de 2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que possui regulamento técnico sobre informação nutricional complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais) quanto ao conteúdo de fibras de um produto, para ser considerado alto conteúdo de fibra, o produto deve conter $6\text{g } 100\text{g}^{-1}$; o bolo tipo *muffin* possui 3,4 vezes mais fibras, podendo ser considerado um produto rico em fibra, o qual possui vários benefícios como os já mencionados no item 1.0.

A quantidade de açúcares e amido total foi determinada para poder dar a sequência na análise de digestibilidade. A digestibilidade *in vitro* do amido extraído do *muffin* foi expresso em relação ao percentual de amido total da amostra quanto à quantidade RDS, SDS e RS.

A quantidade de amido resistente em grânulos de amidos crus é alta, visto que este não passou por nenhum processo térmico, suas regiões amorfas e cristalinas não sofreram nenhuma alteração estando bem definidos. Amidos que são cozidos diminuem extremamente o teor de RS, pois a absorção de água causa

inchamento dos grânulos e rearranjo entre as moléculas facilitando o acesso das enzimas à amilose e amilopectina (YAO et. al.,2019).

Para obtenção do *muffin* é necessário aplicação de processo térmico, então, a determinação de digestibilidade *in vitro* foi realizada com o objetivo de verificar se ainda haveria quantidade de amido resistente ao final do processo. Com os dados obtidos foi possível constatar que o produto composto por proporção de amido de centeio e feijão, possui maior quantidade de amido de rápida digestão, seguido pelo amido de lenta digestão e amido resistente.

O valor de RS foi expressivamente superior ao encontrado por outros autores para diferentes tipos de amidos submetidos a processo térmico, sugerindo que a composição dos amidos melhora a qualidade nutricional do produto.

Demiate et al. (2016) caracterizaram amidos de feijão e obtiveram para os amidos cozidos de feijão preto 91,2% RDS, 4,7% de SDS e 4,1% de RS; de mandioca 92,9% RDS 7,1% de SDS e 0% de RS; e de milho 93,9% RDS 6,1% de SDS e 0% de RS. Aguirre e Marzo (2000) verificaram os efeitos da extrusão na digestibilidade *in vitro* de proteínas e amido de feijão e concluíram que após o processo de extrusão ocorreu uma diminuição significativa no teor de amido resistente.

Gularte et al. (2011) avaliaram o impacto das farinhas de leguminosas na digestibilidade *in vitro* do amido e proteínas de bolos sem glúten, e constataram que leguminosas afetam significativamente a hidrólise *in vitro*, diminuindo o amido rapidamente digerível e produzindo uma redução no índice glicêmico.

5.8 ANÁLISE DE COR DO MUFFIN

A análise de cor foi determinada para as quatro diferentes formulações e os resultados estão dispostos na tabela 6.

As outras amostras não apresentaram diferença significativa quanto à luminosidade, sendo caracterizadas todas as formulações como amostras pouco luminosas, com coloração tendendo ao preto, isso pode ser justificado pela padronização da cor com a utilização do ingrediente cacau em pó alcalino. Todas as amostras apresentaram maior tendência a coloração vermelha para a variável a, e maior tendência ao amarelo para a variável b.

Tabela 6 - Resultados das análises de cor para as formulações do bolo tipo *Muffin*.

Amostras	L	a	b	H	Choma
F1	23,200±3,710 a	9,670±0,590 a	12,820±0,990 a	52,850	16,057 c
F2	24,520±2,420 a	11,620±0,260 a	16,430±2,760 a	54,650	20,128 a
F3	24,093±9,839 a	10,930±2,831 a	15,810±3,921 a	55,220	19,220 ab
F4	24,047±2,420 a	11,247±1,390 a	14,493±3,354 a	54,650	18,345 b

Resultados apresentados na forma de média $\pm$ desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

5.9 ANÁLISES FÍSICAS, DE TEXTURA E VOLUME ESPECÍFICO

As análises físicas dos produtos servem para caracterização, rendimento e para acompanhar o desempenho de cozimento (TRONSMO et al., 2003). O volume específico indica características da massa, como uma massa embatumada, a qual não é requerida pelo consumidor. Esta relação pode ser verificada também em pães leves, quanto maior o volume específico, melhor foi o desenvolvimento da massa durante o batimento, ou seja, neste processo a massa obteve ótima aeração, com a possibilidade de formar alvéolos grandes e uma textura aberta (ESTELLER; LANNES, 2005).

Na Tabela 7 estão dispostos os dados obtidos das análises físicas do bolo tipo *muffin*. Foi possível observar que a formulação com maior peso, menor altura e consequentemente menor volume específico, foi a F3, cuja formulação caracterizada na análise sensorial como uma das menos macias, menos úmida e mais fibrosa, sugrindo que esta formulação não obteve bom desenvolvimento de miolo ficando com aspecto embatumado. Já a formulação F2, a qual obteve nota mais próxima à formulação padrão F4, na análise de aceitabilidade, obteve peso e volume específico igual à formulação padrão F4, porém, com maior altura, sendo esta a formulação com melhor desenvolvimento de miolo durante o cozimento, caracterizada na análise sensorial como a formulação com massa leve e alta qualidade.

Tabela 7 - Resultados das análises físicas e volume específico do bolo tipo *Muffin*.

Amostras	Peso (g)	Altura (mm)	Largura (mm)	Volume específico (cm ³ g ⁻¹)
F1	48,04±2,15(b)	37,66±1,116(c)	57,81±1,219(a)	1,28±0,057(ab)
F2	50,75±1,68(ab)	43,42±0,123(a)	59,10±1,092(a)	1,39±0,038(a)
F3	54,18±2,41(a)	40,69±0,959(b)	60,16±1,422(a)	1,25±0,005(b)
F4	50,02±1,45(ab)	42,76±1,117(ab)	58,89±1,392(a)	1,40± 0,046(a)

Resultados apresentados na forma de média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey (p<0,05). F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

Na Tabela 8 estão dispostos os resultados referentes ao perfil de textura das diferentes formulações de *muffins* elaborados com diferentes proporções de farinha integral de centeio e feijão.

Para Chevanan et al. (2006), a dureza é a força para promover uma deformação, ou seja, força necessária para uma pré-deformação. Esse parâmetro não teve diferença significativa entre as amostras, porém, o menor valor foi observado para a F2, sugerindo que esta seja a menos dura entre as amostras, característica observada também pelos avaliadores na análise sensorial para a escala do ideal, onde 58% deles marcaram como uma amostra com textura ideal e 24% muito macia. Também no CATA, foi a amostra que obteve frequência expressiva para o atributo macio, sendo caracterizada como amostra macia. Esta característica está relacionada com a capacidade de absorção de água pelas fibras pertencentes às farinhas, as quais possibilitam o desenvolvimento de uma massa homogênea e com melhor volume.

A adesividade é o trabalho necessário para superar a força de atração entre o produto e a superfície de contato do probe (sonda utilizada no teste) (TUNICK, 2000). A amostra mais adesiva foi a F4 e a amostra menos adesiva foi a F3. A F3 também foi caracterizada na análise sensorial, como massa fibrosa e fibroso, pois, a granulometria diferente das duas farinhas ocasionou em uma massa com partículas heterogêneas. A falta de uniformidade no tamanho das partículas de uma farinha pode afetar consideravelmente a textura e a aparência de uma formulação. Quando a formulação possui uma distribuição regular, o alimento absorve água uniformemente e o cozimento da massa também é uniforme (CARVALHO et al., 2012; FROES, 2012).

A taxa em que uma amostra deformada retorna ao seu tamanho e forma original no período de tempo de cinco segundos até que ocorra a segunda deformação, é denominado elasticidade. As amostras não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para este parâmetro.

A coesividade é definida pela razão da área de força positiva durante a segunda compactação em relação à primeira, ou seja, é a razão da área da segunda mordida em relação à primeira mordida, indicando a tendência das partículas a manter-se unidas (CHEVANAN et al., 2006). As amostras não obtiveram diferença significativa ($p < 0,05$) para este parâmetro, indicando que a coesividade entre as elas comportou-se de forma semelhante.

A mastigabilidade é descrita como a energia requerida para mastigar uma amostra (velocidade constante) e reduzi-la a consistência adequada até sua homogeneidade para engolir (BERTOLINO et al., 2011). Segundo os dados obtidos pela análise estatística, o tempo de mastigação das amostras de *muffin* independente da composição de farinhas, é o mesmo, não apresentando diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Tabela 8 - Resultados das análises de perfil de textura instrumental bolo tipo *Muffin*.

Amostras	Dureza	Elasticidade	Coesividade	Mastigabilidade	Adesividade
F1	1574,71±31,94(a)	0,79±0,02(a)	0,51±0,01(a)	649,62±13,08(a)	-3,33±1,81(ab)
F2	995,19±75,14(a)	0,79±0,06(a)	0,63±0,06(a)	500,28±112,15(a)	-1,20±0,79(a)
F3	1516,00±44,44(a)	0,65±0,08(a)	0,52±0,06(a)	476,23±114,25(a)	-1,05±1,31(a)
F4	1171,34±31,94(a)	0,78±0,01(a)	0,56±0,02(a)	523,01±14,47(a)	-7,73±3,39(b)

Resultados apresentados na forma de média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

5.10 ANÁLISE SENSORIAL

A participação na análise sensorial pela comunidade acadêmica da UEPG foi de 78% mulheres e 22% homens, totalizando 100 pessoas, com idade entre 18 e 50 anos, sendo que a maioria (75%) dos avaliadores apresentava idade entre 18 a 25 anos. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE),

concordando em participar da análise e permitindo o uso das informações cedidas. A análise com consumidores foi realizada após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa, mencionado no item 4.3.8.

Na análise de frequência de consumo (Figura 14) foi marcada pela maioria dos avaliadores como esporádico, porém, ao final da análise os avaliadores questionavam o termo *Muffin* informando que não sabiam se tratar de um mini bolo. Isso sugere que tal informação dada pelos avaliadores pode ter sido registrada de forma equivocada, uma vez que o consumo de mini bolos, é bastante significativo.

Figura 14 - Frequência de consumo dos avaliadores para o tipo de produto bolo tipo *Muffin*.

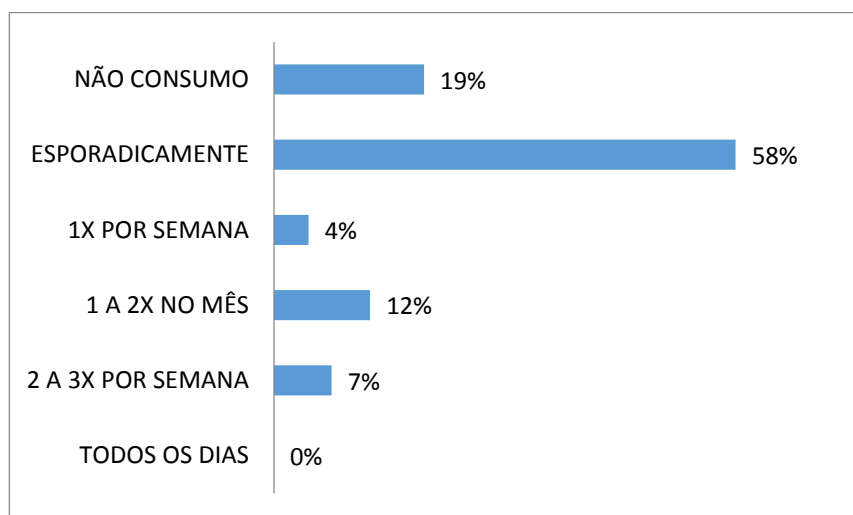
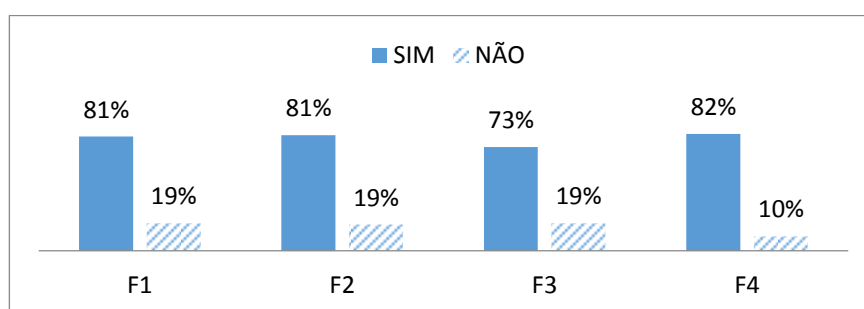


Figura 15 - Resultados relacionados ao questionamento se os consumidores pagariam a mais pela amostra.



F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

Nas respostas obtidas em relação ao questionamento aos consumidores se pagaria a mais pelo produto, para todas as formulações os avaliadores responderam que pagariam a mais se soubessem que este é fonte de fibras. Destes, (85%) ou

seja, a maioria dos avaliadores relatou dentre as opções de valores (ANEXO A) que pagariam R\$1,00 a mais pelo produto.

A formulação padrão elaborada em sua maior proporção, por farinha integral de trigo, foi a que obteve maior nota na análise sensorial de aceitabilidade (Tabela 9), seguida pela formulação com maior proporção de farinha de centeio F2 a qual não obteve diferença significativa com a formulação F1 com maior proporção de farinha integral de feijão. Porém, a formulação escolhida para caracterização foi a F2, justificando a que obteve nota mais próxima à formulação padrão, com excelente aceitabilidade de 81,22%. A formulação menos aceita foi à F3 com 50% farinha integral de centeio e 50% farinha integral de feijão.

A menor aceitabilidade da formulação F3 está diretamente relacionada à textura do *muffin*, observada pelo avaliador, como sendo o produto mais fibroso, menos macio e úmido. Podendo ser verificada na análise física como a formulação com menor volume específico e maior peso, sugerindo que esta seja a formulação que não obteve bom desenvolvimento de miolo durante o assamento. Na análise de textura foi à formulação menos adesiva, e pode estar relacionado com a granulometria das farinhas, em que, farinhas de granulometrias diferentes, afetam diretamente a textura, pois, não absorvem a água de forma regular e o cozimento da massa não é uniforme.

A maior aceitabilidade da formulação padrão F4 está relacionada também com a textura observada pelo avaliador, como sendo a amostra com maior maciez e sabor de quero mais, a formulação F2 foi penalizada com excesso de maciez, porém, foi caracterizada na análise de CATA com atributos como melhor odor e sabor de chocolate, massa mais leve e mais brilhoso que a formulação padrão.

Tabela 9 – Resultados das notas obtidas na análise de aceitabilidade para *Muffins* elaborados com diferentes proporções de farinha integral de feijão, farinha integral de centeio e farinha integral de trigo.

Amostras	F1	F2	F3	F4
Nota atribuída na aceitabilidade	7,00±1,39 ab	7,31±1,43 ab	6,78±1,57 b	7,48±1,13 a
Aceitabilidade	77,77%	81,22%	75,33%	83,11%

Resultados apresentados na forma de média ± desvio padrão. Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

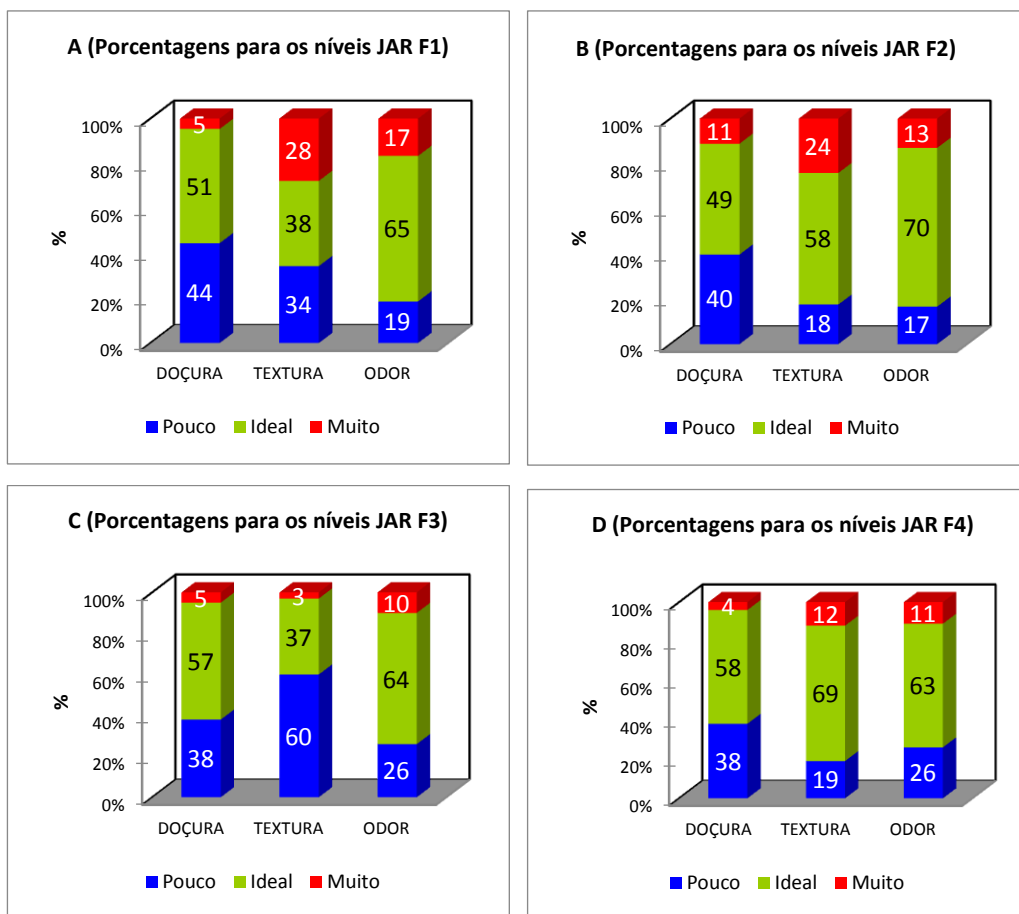
5.10.1 Escala do Ideal

Os dados da escala *Just-about-right* (JAR) estão dispostos na Figura 16. Estes resultados permitem a visualização quanto à frequência dos atributos marcados como acima, ideal ou abaixo do desejado pelo consumidor, permitindo avaliar por meio de penalização de escalas o quanto o ajuste ao ideal melhoraria a nota e aceitação do avaliador para aquele produto. As características que obtiveram frequência de marcação superior a 20% são consideradas significativas para penalizar a nota na aceitabilidade da amostra.

A amostra F1 apresentou porcentagem abaixo do ideal (penalizando a escala hedônica) para os parâmetros doçura, textura e obteve porcentagem próximo ao aceitável quanto ao odor como pode ser observado na Figura 16 A.

A F2 foi penalizada por pouca doçura e por ser considerado muito macia (Figura 16 B), já, a F3 por ser pouco doce, pouco macia e pelo odor abaixo do ideal (Figura 16 C). Por fim, a F4 (Figura 16 D) também por ser pouco doce, pelo odor abaixo do ideal, porém, foi atribuído a uma textura ideal de 69% não penalizando a média final de aceitabilidade.

Figura 16 - Frequências de penalidade da análise da escala do ideal para *muffins* elaborados com farinha integral de feijão, farinha integral de centeio e farinha integral de trigo. (A - F1, B – F2, C – F3, D – F4).



Os dados da análise de penalidades para a doçura, textura e odor para atributos são apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12, respectivamente.

Na tabela 10 é observado que os avaliadores sentiram falta de doçura para todas as amostras, sugerindo que as mesmas podem ser acrescentadas de ingredientes que melhorem essa característica, visto que foi utilizado o chocolate 70% de cacau o qual remete ao produto menor dulçor e maior amargor. Todas as notas das médias obtidas na aceitabilidade poderiam ser maiores se a questão de dulçor fosse melhorada.

Tabela 10 - Penalidades para o atributo doçura em *Muffins* elaborados com farinha integral de feijão e centeio

Amostras	Falta/Excesso	Penalidade	Hedônica	Hedônica Corrigida
F1	Falta	1,11	7,00	8,11
F2	Falta	1,15	7,31	8,46
F3	Falta	1,14	6,78	7,92
F4	Falta	1,02	7,48	8,50

NOTA: Resultados apresentados na forma de médias que diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

Para o atributo textura os dados estão apresentados na tabela 11. Foi observado que a farinha de centeio pode melhorar a maciez da massa, visto que a amostra F2 que foi elaborada com maior quantidade de farinha de centeio apresentou-se a mais macia. Isto está diretamente relacionado à hidratação da massa por meio das fibras da farinha, que possuem a função de retenção de água pela massa. Caso a maciez seja corrigida, a nota da aceitabilidade desta amostra pode ser maior que a formulação considerada padrão (F4).

Foi possível concluir que a adição da farinha de feijão diminui a maciez da amostra, dado que a F3 que contém 50% farinha de feijão demonstrou falta de maciez e a F1 com 70% de farinha de feijão, maioria, sendo 34% dos avaliadores também observaram falta da maciez, porém, 28% observaram excesso de maciez. A F2 foi penalizada por excesso de maciez e a amostra F4 foi considerada com textura ideal não penalizando a média final da aceitabilidade.

Tabela 11 - Penalidades para o atributo textura em *Muffins* elaborados com farinha integral de feijão e centeio

Amostras	Falta/Excesso	Penalidade	Hedônica	Hedônica Corrigida
F1	Falta/excesso	0,72/0,25	7,00	7,72/7,25
F2	Excesso	0,95	7,31	8,26
F3	Falta	1,08	6,78	7,86
F4	Ideal	0,00	7,48	7,48

NOTA: Resultados apresentados na forma de médias que diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

Tabela 12 - Penalidades para o atributo odor em *Muffins* elaborados com farinha integral de feijão e centeio

Amostras	Falta/Excesso	Penalidade	Hedônica	Hedônica Corrigida
F1	Ideal	0,00	7,00	7,72/7,25
F2	Ideal	0,00	7,31	7,31
F3	Falta	0,59	6,78	7,37
F4	Falta	0,33	7,48	7,81

NOTA: Resultados apresentados na forma de médias que diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

As amostras F1 e F2 não foram penalizadas quanto ao odor, sendo consideradas com odor ideal de chocolate, já para as amostras F3 e F4 este atributo deve ser melhorado para que aumente a aceitabilidade.

5.10.2 CATA (Check all that apply)

As características selecionadas pelos consumidores que alcançaram frequência mínima de 20% foram submetidas ao teste Q de Cochran e estão dispostas na Tabela 13, com os devidos valores do teste Q que demonstram com quais atributos as amostras se correlacionam.

Por meio da Figura 17 e pela tabela número 9, torna-se possível observar a correlação entre as características físico-químicas, instrumentais e sensoriais, com explicação de 97,88% a variabilidade dos dados e demonstrando as principais características do produto, em uma forma mais fácil de visualização em um conjunto bidimensional.

Tabela 13 - Resultados para o teste Q de Cochram em *Muffins* elaborados com diferentes proporções de farinha integral de feijão, farinha integral de centeio e farinha integral de trigo.

Atributos	F1	F2	F3	F4
Cor característica	0,770 (a)	0,840 (a)	0,820 (a)	0,840 (a)
Úmido	0,470 (a)	0,420 (ab)	0,280 (b)	0,340 (ab)
Massa fibrosa	0,490 (b)	0,240 (c)	0,700 (a)	0,360 (ab)
Fibroso	0,300 (b)	0,150 (b)	0,470 (a)	0,240 (b)
Sabor de quero mais	0,270 (b)	0,330 (ab)	0,300 (ab)	0,440 (a)
Sabor de chocolate	0,680 (ab)	0,760 (a)	0,570 (b)	0,680 (ab)
Alta qualidade	0,210 (b)	0,390 (a)	0,260 (ab)	0,370 (ab)
Macio	0,530 (b)	0,630 (ab)	0,470 (b)	0,710 (a)
Brilhoso	0,540 (a)	0,520 (a)	0,560 (a)	0,310 (b)
Textura farinácea	0,240 (a)	0,230 (a)	0,230 (a)	0,260 (a)
Odor de chocolate	0,670 (a)	0,580 (a)	0,060 (b)	0,060 (b)
Massa leve	0,420 (a)	0,480 (a)	0 (b)	0 (b)
Odor adocicado	0,460 (a)	0,460 (a)	0,460 (a)	0,440 (a)

Nota: Valores em negrito apresentam $p > 0,05\%$ de significância; Valores em cinza apresentam menor correspondência com o atributo. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa considerando teste Q de Cochram. Legenda: F1-70% Farinha de feijão integral e 30% farinha integral de centeio, F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão, F3-50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, F4-100% farinha integral de trigo.

As características que foram consideradas iguais para todas as amostras as quais não obtiveram diferença significativa entre si, foram, a cor característica, devido à padronização da cor com o ingrediente cacau em pó, e o odor adocicado foi também padronizado pela adição do açúcar demerara e gotas de chocolate em todas as amostras.

A amostra caracterizada como mais úmida foi à amostra F1 o que segundo Borges et al.,(2003), a distribuição homogênea das partículas na farinha são mais importantes do que o próprio tamanho da partícula, visto que farinhas com partículas menores absorvem água mais rápido e necessitam de maior tempo de batimento para homogeneização, já farinhas com partículas maiores levam maior tempo de absorção de água e menor tempo de homogeneização da massa.

A F1 é a formulação que possui maior porcentagem de farinha de leguminosa, a qual tem em maior proporção partículas com distribuição heterogêneas. Segundo Borges et. al., (2003) isso leva maior tempo de absorção de água, ou seja, a farinha pode não ter absorvido todo o líquido adicionado, não sendo suficiente o tempo de batimento e o tempo e temperatura de forno para a completa absorção dos líquidos,

resultando em maior conteúdo de umidade no forneamento e consequentemente em um produto mais úmido.

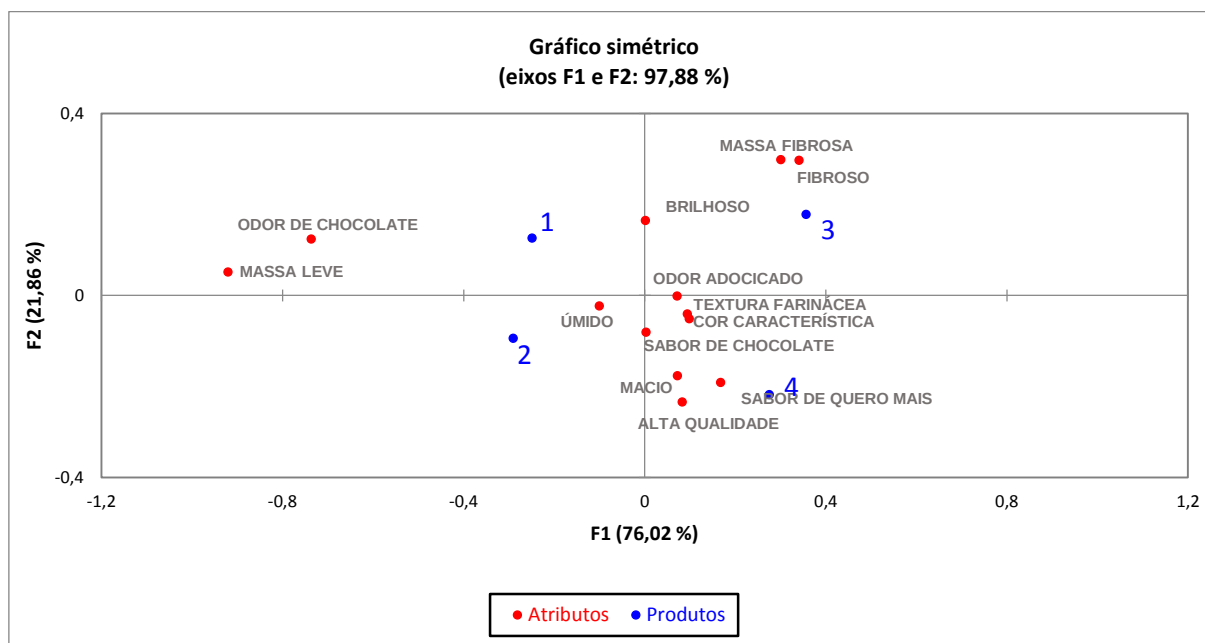
A amostra F2 foi a que mais se aproximou da umidade da F1 e não obteve diferença significativa com a F4, sendo a umidade semelhante com a formulação padrão.

A característica de “massa fibrosa” e “fibroso” foi atribuída à formulação F3 a qual possui 50% farinha integral de feijão e 50% farinha integral de centeio, e essa característica pode estar relacionada com a granulometria das farinhas, pois, foi possível verificar diferença significativa no tamanho das partículas, ficando a massa com frações heterogêneas que podem ter gerado esta característica. Já, a formulação F2 que tem em sua maior parte farinha de centeio, ficou caracterizada como menos fibrosa, o que também pode estar relacionado à granulometria da farinha, pela homogeneidade das partículas e pela maior absorção de água, pode ter ocorrido um melhor desenvolvimento da massa, que acarretou em massa mais lisa e homogênea.

A amostra padrão (F4) foi caracterizada com sabor de quero mais e menos brilhosa: o brilho pode estar relacionado com a absorção de água pela amostra, quanto menor a absorção de água menor será a reflexão de luz e consequentemente menor será o seu brilho (TEIXEIRA et. al., 1987).

Com nota mais próxima a padrão na análise de aceitabilidade, a F2 foi à formulação que ficou caracterizada como sabor de chocolate, alta qualidade, massa leve, odor de chocolate e macio. Isso sugere que a farinha de centeio foi a mais neutra e pronunciou melhor o sabor e odor de chocolate em relação as outras farinhas, e que a maior absorção de água pelas fibras presentes na farinha integral de centeio pode ter possibilitado maior crescimento da massa deixando-a com característica de massa mais leve.

Figura 17 - Perfil característico de *Muffins* elaborados com farinhas integrais de feijão e centeio.



Quanto mais próximos dos eixos ao centro do gráfico maior a tendência das amostras apresentarem características semelhantes, e quanto mais afastados aos atributos maior a caracterização determinada para a amostra mais próxima.

5.11 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A capacidade antioxidante total da formulação de *muffin* com maior nota na análise sensorial foi medida pelo uso da eliminação de radicais livres por diferentes métodos ABTS, DPPH e FRAP e a determinação de fenólicos totais foi determinada utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. Os resultados estão dispostos na Tabela 14.

A concentração de polifenóis geralmente é encontrada nas cascas de sementes coloridas como é o caso do feijão preto. No restante da semente onde não se encontra pigmentação, ou seja, nas partes brancas, estas apresentam as menores concentrações (BREISSANI et al., 1993).

Trindade et. al. (2018) avaliaram a concentração de compostos fenólicos em diferentes formulações de *Muffins* com a substituição da farinha de trigo por farinhas de feijões de diferentes classes e obtiveram valor inferior de 37,06 mg GAE 100 g⁻¹ de amostra para a formulação desenvolvida com farinha de feijão preto. Os

ingredientes utilizados na formulação foram semelhantes ao deste trabalho, levando a concluir que, a combinação das farinhas integrais de centeio e feijão possui maior concentração de compostos fenólicos do produto desenvolvido minibolo tipo *muffin*.

Tabela 14 - Resultados das análises de atividade antioxidante do *muffin* (F2)

Amostra	Compostos fenólicos (mg GAE / 100 g de amostra)	DPPH (μ Mol de trolox/g de amostra)	ABTS (μ Mol de trolox/g de amostra)	FRAP (μ Mol de trolox/g de amostra)
Muffin F2	51,43 $\pm$ 2,06	2,465 $\pm$ 4,59	15,690 $\pm$ 1,054	0,648 $\pm$ 3,45

F2-70% farinha integral de centeio e 30% farinha de feijão.

O objetivo de realizar estas análises foi para verificar a capacidade antioxidante após o processo de cocção do *muffin*, dessa forma, foi possível verificar que mesmo após ser submetido ao processo de secagem dos grãos no beneficiamento, e cocção da farinha aplicada no *muffin*, o mesmo ainda apresentou atividade antioxidante.

Zielijski et. al. (2008) avaliaram propriedade antioxidante de pães elaborados com farinha de centeio e obtiveram valores superiores aos encontrados para este trabalho para a análise de DPPH de 3,15 e 4,22 μ Mol de trolox g⁻¹ de amostra e para a análise de ABTS valores bem inferiores 8,57 e 6,79 μ Mol de trolox g⁻¹ de amostra.

Soong et. al. (2014) avaliaram a capacidade antioxidante total de *muffins* cozidos com arroz, trigo, aveia, milho e farinha de cevada, e observaram valores inferiores de capacidade antioxidante. A cevada, a qual possui maior capacidade de eliminação dos radicais de DPPH entre as amostras por eles avaliadas apresentou alto teor de 16,80 μ Mol de trolox mg⁻¹ e a menor capacidade foi mensurada para *muffins* elaborados com farinha de arroz de 6,92 a 16,80 μ Mol de trolox mg⁻¹ de amostra.

6 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos no presente trabalho, foi possível concluir que a utilização de farinhas integrais de cereais e leguminosas influenciam positivamente nas características nutricionais dos produtos, aumentando o conteúdo de fibras e amido resistente da amostra de *muffin*.

A caracterização das farinhas possibilitou verificar que a farinha integral de centeio é mais clara que a farinha integral de feijão, mesmo contendo maior teor de cinzas, porém, isso se justifica pela presença dos tegumentos pretos na farinha de feijão que a caracterizou como a farinha mais escura.

Para a propriedade de pasta dos amidos foi verificado que a farinha de centeio possui menor temperatura de pasta, porque a quantidade de fibras alimentares presentes nesta farinha possibilita maior absorção de água, o que consequentemente proporciona maior pico de viscosidade pela maior hidratação dos grânulos de amido. Já o amido de feijão não possibilitou definir parâmetros de pasta, visto que obteve comportamento de viscosidade crescente no período da análise.

Muffins elaborados com 70% de farinha integral de centeio e 30% de farinha integral de feijão obtiveram maior aceitação durante a análise sensorial, e foram caracterizados como *muffins* com alta qualidade, sabor de chocolate, odor de chocolate, massa leve e macio. Sua textura foi definida com baixa dureza, mastigabilidade e gomosidade e alta coesividade. Para as análises físico-químicas foi caracterizado com alto teor de fibras (20%), baixo teor de lipídeos (8%), 32% de amido resistente e 9% de proteínas sendo uma ótima opção de alimento nutritivo.

Foi possível concluir também, que uma granulometria homogênea da farinha produz massas com melhor absorção de água, o que consequentemente ocasiona um melhor desenvolvimento da massa, sendo uma massa mais lisa e homogênea. Constituindo um produto com maior maciez e maior aceitabilidade pelos consumidores.

Por fim, pode-se concluir que o *muffin* elaborado com 70% farinha integral de centeio e 30% de farinha integral de feijão, pode ser considerado uma fonte de fibras e alto teor proteico, porém, para esta última afirmação sugere-se realizar análise de perfil de aminoácidos para poder colocar como informação complementar no rótulo do produto.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. NBR 12806: Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- AACC International. *Approved Methods of Analysis*. 10. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2000.
- AGUIRRE, A. R.; A.; MARZO, F. Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. **Food Chemistry**, v. 68, n. 2, p. 159–165, 2000.
- ALMEIDA COSTA, G. E.; DA SILVA QUEIROZ-MONICI, K.; PISSINI MACHADO REIS, S. M.; DE OLIVEIRA, A. C. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**, v. 94, n. 3, p. 327–330, 2006.
- ALMEIDA, L. **Estudo de pão francês pré-assado congelado elaborado com farinha do trigo integral: influência da formulação, processo e estocagem congelada**. Tese de Doutorado em tecnologia de alimentos. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 274p., 2011.
- AMBIGAIPALAN, P.; HOOVER, R.; DONNER, E.; LIU, Q.; JAISWAL, S.; CHIBBAR, R.; NANTANGA, K. K. M.; SEETHARAMAN, K. Structure of faba bean, black bean and pinto bean starches at different levels of granule organization and their physicochemical properties. **Food Research International**, v. 44, n. 9, p. 2962–2974, 2011.
- ANDERSON, J. W.; BAIRD, P.; DAVIS, R. H. JR.; FERRERI, S.; KNUDTSON, M.; KORAYM, A.; WILLIAMS, C. L. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, v.67, n.4, p.188-205, 2009.
- ANDERSON, J. W.; CHEN, W. J. L. Plant fiber. Carbohydrate and lipid metabolism. **The American Journal of clinical nutrition**, v.32, n.2, p.346-363, 1979.
- ANDERSSON, R.; FRANSSON, G.; TIETJEN, M. A.; MAN, P. Content and molecular-weight distribution of dietary fiber components in whole-grain rye flour and bread. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.5, p.2004-2008, 2009.
- ANDREASEN, M. F.; CHRISTENSEN, L. P.; MEYER, A. S.; HANSEN, Å. Content of phenolic acids and ferulic acid dehydrodimers in 17 rye (*Secale cereale* L.) varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Brasília, v.48, n.7, p.2837–2842, 2000.
- ANTON, A. A.; DE FRANCISCO, A.; HAAS, P. Physicchemical analysis of breads consumed in Florianopolis and the whole grain foods situation in Brazil. **Alimentos Nutrição**, v.17, n.4, p.381-386, 2007.
- ANTON, A. A.; FULCHER, R. G.; ARNTFIELD, S. D. Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour: Effects of bean addition and extrusion cooking. **Food Chemistry**, v. 113, n.4, p. 989–996, 2009.

ANTONIEWSKA, A.; RUTKOWSKA, J.; PINEDA, M. M.; ADAMSKA, A. Antioxidative, nutritional and sensory properties of muffins with buckwheat flakes and amaranth flour blend partially substituting for wheat flour. **Food Science and Technology**, v.89, p.217–223, 2018.

ANTONIOLLI, L.R.; SILVA, G.A. da; ALVES, S.A.M.; MORO, L. Controle alternativo de podridões pós-colheita de framboesas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.9, p.979-984, 2011.

AO, Z.; JANE, J.L. Characterization and modeling of the A- and B-granule starches of wheat, triticale, and barley. **Carbohydrate polymers**, v. 67, n. 1, p.46-55, 2008.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC international.18. ed. Gaithersburg, 2010.

ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; MONTEBELO, N. P.; BORGIO, L. A. **Alquimia dos alimentos**. 3. ed. Brasília: SENAC, 2016.

ARES, G.; BARREIRO, C., DELIZA, R.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate Milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, n. 1, p. 67-86, 2010.

ARES, G.; ANTÚNEZ, L.; GIMÉNEZ, A.; ROIGARD, C. M.; PINEAU, B.; HUNTER, D. C.; JAEGER, S. R. Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 111-121, 2014.

ARES, G.; JAEGER, S. R.; BAVA, C. M.; CHHEANG, S. L.; JIN, D.; GIMENEZ, A.; VARELA, P. CATA questions for sensory product characterization: Raising awareness of biases. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p.114 -112, 2013.

ARES, G.; TÁRREGA, A.; IZQUIERDO, L.; JAEGER, S. R..Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, v. 31, p.135 -141, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS- ABIMAPI – Estatísticas mercado nacional – **Pães e bolos**. Disponível em: <https://abimapi.com.br/estatistica-paes-e-bolos.php>. Acesso em: 26 outubro 2019.

AZARPAZHOOH, E.; BOYE, J. I. Composition of processed dry beans and pulses. **Dry beans and pulses production, processing and nutrition**, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK p.101-128, 2012.

BAIER, A.C. **Centeio**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, p. 29, 1994.

BECKETT, S. T. The science of chocolate. 2. ed. Cambrige: **The Royal Society of Chemistry**, p.175, 2000.

BEDIN, A. C. **Caracterização de misturas de amidos de feijão e tuberosas (madioc e batata-doce) e sua aplicação na obtenção de biofilme**. Dissertação de mestrado em ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Estadual de Ponta Grossa-UEPG. Ponta Grossa, 174p., 2014.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Food chemistry**. 2 ed. Berlin: Springer Verlag, p.702-711, 1999.

BELLAVER, C.; NONES, K. (2000). Importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. **Embrapa**. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_t8l15r4z.pdf.

BENNION, E. B.; BAMFORD, G. S. T. **The tecnology of cake making.Warcester bolling**, p.389, 1993.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. **The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of 'Antioxidant Power ': The FRAP Assay**. Analytical Biochemistry, v. 239, n. 1, p.70–76, 1996.

BERK, Z. Braverman's introduction to the biochemistry of foods. **Elsevier**. Amsterdam, 1976.

BERTOFT, E. Understanding starch structure: Recent progress. **Agronomy**, v. 7, n. 3, p.56, 2017.

BERTOLINO, M.; DOLCI, P.; GIORDANO, M.; ROLLE, L.; ZEPPA, G. Evolution of chemico-physical characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. **Food Chemistry**, v. 129, p.1001–1011, 2011.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Free radicals and the main dietary antioxidants. **Brazilian jornal of nutrition**, v.12, n.2, p.123-130,1999.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introducao a química de alimentos**. 2.ed. Sao Paulo: Varela, p.223, 1995.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3.. ed. São Paulo: Varela, p. 228, 2003.

BONDIA-PONS, I.; AURA, A.; VUORELA, S.; KOLEHMAINEN, M.; MYKKÄNEN, H.; POUTANEN, K. Rye phenolics in nutrition and health. **Journal of Cereal Science**, v.49, n.3, p.323–336, 2009.

BORGES, J. T. D. S.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. R.; DO NASCIMENTO, R. E.; FREITAS, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **Boletim Do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n.2, 2003.

BOUGUENG, P. D., TENIN, D., SCHER, J., & TCHIÉGANG, C. Influence of acetylation on physicochemical, functional and thermal properties of potato and cassava starches. **Journal of Food Engineering**, v.108, n.2, p.320-326, 2012.

BOYE, J.; ZARE, F.; PLETCH, A.; Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. **Food Research International**, v. 43, p.414-431, 2010.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Plano nacional para o desenvolvimento da cadeia produtiva do feijão e pulses**. Brasília, Versão - 02 de fevereiro de 2018.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares definições, classificação e emprego**. Resolução - RDC nº 540, de 27 de outubro de 1997.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Aprovado o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico para açúcares e produtos para adoçar**. Resolução de diretoria colegiada nº271, de 22 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre aditivos alimentares autorizados segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF)**. Resolução RDC nº 45, de 03 de novembro de 2010.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, 03 jun. 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 jun. 2005, Seção 1, n. 105, p. 91.

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, n. 23, 2005.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 42, 13 Nov. 2017. **Regulamento Técnico do Açúcar, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 Nov. 2017, Seção 1, n. 222, p. 3.

BRENNAN, C.S. Dietary fiber, glycemic response, and diabetes. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.49, p.560-570,2005.

BRESSANI, R. Grain quality of common beans. **Food Reviews International**, v. 9, p237-297, 1993.

BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Consumers' texture perception of milk desserts.II – comparison with trained assessors' data. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 3, p. 214-226, 2012.

BUCSELLA, B.; MOLNA, R. D.; HARASZTOS, A. H.; TOMOSKOZI, S. Comparison of the rheological and end-product properties of an industrial aleurone-rich wheat

flour, whole grain wheat and rye flour. **Journal of Cereal Science**, v.69, p.40–48, 2016.

BUSHUK, W. Rye production and uses worldwide. **Cereal Foods World**, v. 42, n. 2, p.70-73, 2001.

CARVALHO, A. V.; BASSINELLO, P. Z.; MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, R. N.; RIOS, A. O.; SECCADIO, L. L. Processamento e caracterização de snack extrudado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.15, n.1, p.72-83, 2012.

CATALANI, A.L.; KANG, E.M.S.; DIAS, M.C.G.; MACULEVICIUS, J. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, p.178-182, 2003.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L.S. **Tecnologia da panificação**. Manoele, Barueri, SP, v.2, p.355, 2009.

CEREDA, M. P. Caracterização Físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v.22, n. 1, p.65-69, 2002.

CERUTTI, P.A. Oxy-radicals and carcinogenises. **European Journal of Clinical**, Oxford, v.344, n. 8926, p.862-863, 1994.

CHEVANAN, N.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; UPRETI, P.; METZGER, L. E. Effect of calcium and phosphorus, residual lactose and salt-to-moisture ratio on textural properties of cheddar cheese during ripening. **Journal of Texture Studies**, v. 37, p. 711-730, 2006.

CHUNG, H. J.; LIU, Q.; PETER PAULS, K.; FAN, M. Z.; YADA, R. In vitro starch digestibility, expected glycemic index and some physicochemical properties of starch and flour from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Canada. **Food Research International**, v. 41, n. 9, p.869–875, 2008.

COELHO, R. G. Considerações sobre as proteínas de feijão. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 4, p.122-145, 1991.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Acomp. safra bras. Grãos. v. 4 Safra 2016/17 - Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-164 outubro 2016. Disponível também em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso: 09/10/2017 ISSN: 2318-6852.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Acomp. safra bras. grãos, v. 5 Safra 2017/18 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-178 Junho de 2018. Disponível também em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso: 05/07/2018 ISSN: 2318-6852.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Acomp. safra bras. grãos, v. 7 Safra 2019/20 - Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-24 Dezembro de 2019. Disponível também em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>.

COPELAND, L.; BLAZEK, J.; SALMAN, H.; TANG, M. C. Form and functionality of starch. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 6, p.1527–1534, 2009.

COULTATE, T.P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, p.368, 2004.

CUMMINGS, J. H., MACFARLANE, G. T. Gastrointestinal effects of prebiotics. **The British Journal of Nutrition**. v.2, p.145-15, 2002.

DARTOIS, A.; SINGH, J.; KAUR, L.; SINGH, H. Influence of guar gum on the in vitro starch digestibility-rheological and Microstructural characteristics. **Food Biophysics**, v. 5, n. 3, p.149–160, 2010.

DE MORI, C.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; MIRANDA, M. Z. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura do centeio no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2013. p. 26 Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do142.htm. Acesso: 16/07/2018.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P.; MESTRES, C. Características viscoamilográficas de amidos de mandioca quimicamente modificados. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 11, n. 1, p.7–17, 2005.

DEMIATE, I. M.; FIGUEROA, A. M.; GUIDOLIN, M. E. B. Z.; DOS SANTOS, T. P. R.; YANGCHENG, H.; CHANG, F.; JANE, J.L. Physicochemical characterization of starches from dry beans cultivated in Brazil. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p.812-820, 2016.

DEMIATE, I.; KOTOVICZ, V. Cassava in the Brazilian food industry. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.388-397,2011.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. DA. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p.945–954, 2009.

DEVRIES JW. On defining dietary fibre. **Proceedings of the Nutrition Society**.v.46, n.3, p112-129, 2003.

DÍAZ, A. M.; CALDAS, G. V.; BLAIR, M. W. Concentration of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats. **Food Research International**, v. 43, p. 595-601, 2010.

DUEÑAS, M.; SARMENTO, T.; AGUILERA, Y.; BENITEZ, V.; MOLLÁ, E.; ESTEBAN, R. M.; MARTÍN-CABREJAS, M. A. Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.).**Food Science and Technology**, v. 66, p. 72-78, 2016.

DUTCOSKY, S. D. Análise Sensorial de Alimentos. Curitiba: 2ª ed. Ed. Universitária Champagnat, p.239, 2009.

DUTCOSKY, S. D. Análise Sensorial de Alimentos. 2ª ed. Curitiba: Champagnat, p.239, 2013.

EL-DASH, A., GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na fabricação de bolo**. Embrapa-SP, Brasília, v.7, p.,31,1994.

ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, p.33–50, 1992.

ESTELLER, M.S. **Fabricação de Pães com Reduzido teor Calórico e Modificações Reológicas Ocorridas Durante o Armazenamento**. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de ciências farmacêuticas. São Paulo. 2004.

ESTELLER, M.S.; YOSHIMOTO, O. R. M.; AMARAL, R. L.; LANNES, S. C. S. Sugar effect on bakery products. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v.24, n.4, 2005.

EVANGELHO, J. A.; BERRIOS, J. de J.; PINTO, V. Z.; ANTUNES, M. D.; VANIER, N. L.; ZAVAREZE, E. da R. Antioxidant activity of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein hydrolysates. **Food Science and Technology**, v.36, n.1, p.23-27, 2016.

FARONI, L. R. A.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR, E. R.; ROZADO, A. F.; ALVES, W. M. Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.148–154, 2006.

FENNEMA, O. R.; SRINIVASAN D.; KIRK, L. P. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, p.900, 2010.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. C. V.; SILVA, M. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. Campinas: **SBCTA**, p.127, 2000.

FIGUEIREDO, V.F.; NETO, P.L.O.C. Implantação do HACCP na indústria de alimentos. **Revista Gestão & produção**, São Carlos, v.8, n.1, p.100-111, 2001.

FONSECA MARQUES, M. F.; BORA, P. S. Composición química y análisis de aminoácidos de alubias. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, Madrid, v. 2, p. 248-252, 2000.

FRANCK, A.; BOSSCHER, D.; Inulin. In: Cho SS, Samuel P, editore. **Fiber ingredients: food application and health benefits**. Boca Raton: CRC Press, p. 41-60, 2009.

FROES, L. O. **Emprego da farinha de bandinha de feijão carioca extrusada na formulação de misturas para bolo sem glúten contendo farinha de quirera de arroz**. Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimento, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 122 p., 2012.

GALLEGOS-INFANTE, J.A.; ROCHA-GUZMAN, N.E.; GONZALEZ-LAREDO, R.F.; L.A. OCHOA-MARTÍNEZ, L. A. ; CORZO, N.; BELLO-PEREZ, L. A.; MEDINA-TORRES, L.; PERALTA -ALVAREZ, L.E. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, v.119, p.1544-1549, 2010.

GAO, Q.; LIU, C.; ZHENG, X. Effect of heat treatment of rye flour on rye-wheat steamed bread quality. **International Journal of Food Science & Technology**, v.53, 2017.

GERMANI, R. Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliações de suas qualidades. Rio de Janeiro: **Embrapa agroindústrias de alimentos**, 2007.

GIBSON, G. R.; PROBERT, H. M.; VAN LOO, J.; RASTALL, R. A.; ROBERFROID M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota. Updating the concept of prebiotics. **Nutrition Research Reviews**, v.17, p.259-75, 2004.

GIUNTINI, E. B.; MENEZES, E. W. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes: Fibra alimentar. Fibras na alimentação: promoção da saúde. ILSI Brasil- international life sciences Institute do Brasil, v.18, 2011.

GÓMEZ, M.; RUIZ-PARÍS, E.; OLIETE, B.; PANDO, V. Modeling of texture evolution of cakes during storage. **Journal of Texture Studies**, v. 41, n. 1, p. 17-33, 2010.

GRANITO, M.; PAOLINI, M.; PEREZ, S. Polyphenols and antioxidant capacity of *Phaseolus vulgaris* stored under extreme conditions and processed. **Food Science and Technology**, v. 41, p. 994-999, 2008.

GRAY, J. Dietary fibre - Definition, analysis, physiology and health. **ILSI Europe Consise Monograph Series**. Brussels, Belgium: ILSI Europe, 2006.

GULARTE, M. A., GÓMEZ, M., & ROSELL, C. M. (2011). Impact of Legume Flours on Quality and In Vitro Digestibility of Starch and Protein from Gluten-Free Cakes. **Food and Bioprocess Technology**, v.5, n.8, p.3142–3150.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação: pão tipo forma. **Ciência Rural**, v. 32, n.5, p. 873–879, 2002.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; CEZARE, K.; COLLA, L. M. Influence of the type of wheat flour in the elaboration of english-type cake. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 4, p. 275-282, 2011.

HALLEN, E.; IBANOGLU, S.; AINSWORTH, P. Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. **Journal of Food Engineering**, v.63, n.2, p.177–184, 2004.

HALLEY, P. J.; AVÉROUS, L. **Starch polymers: From genetic engineering to green applications**. Esilver, San diego, 484p., 2014.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, v.52, n.8, p.253-265, 1994.

HAYAT, I.; AHMAD, A.; MASUD, T.; AHMED, A.; BASHIR, S. Nutritional and Health Perspectives of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): An Overview. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 5, p. 580–592, 2014.

HE, W.; WEI, C. Progress in C-type starches from different plant sources. **Food Hydrocolloids**, v. 73, p. 162–175, 2017.

HILL, C. Starch in food - Structure, function and applications. 6. ed. Cambridge: **Woodhead Publishing Limited**, v. 52, 2005.

HOLLOWAY, L.; MOYNIHAN, S.; ABRAMS, S. A.; KENT, K.; HSU, A. R.; FRIEDLANDER, A. L. Effects of oligofructose-enriched inulin on intestinal absorption of calcium and magnesium and bone turnover markers in postmenopausal women. **British Journal of Nutrition**, V. 97, n. 2, p365-372, 2007.

HOOVER, R.; RATNAYAKE, W. S. Starch characteristics of black bean, chick pea, lentil, navy bean and pinto bean cultivars grown in Canada. **Food Chemistry**, v. 78, p. 489-498, 2002.

HOSENEY, R. C.; LINEBACK, D. R.; SEIB, P. A. Role of starch in backed food. **Bakers Digest**, Kansas city, v. 57, n. 4, p. 65-71, 1983.

IAPAR- Instituto Agrônômico do Paraná. **Produção de sementes em pequenas propriedades**. Circular técnica 129, 2ºed,98 p., Londrina-PR, 2007.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. LSPA. **Levantamento sistemático da produção agrícola. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**, Janeiro 2017. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/2017/lspa_201701.pdf. Acesso em: 19/07/2018.

ITO, V. C.; BET, C. D.; WOJEICCHOWSKI, J. P.; DEMIATE, I. M.; SPOTO, M. H. F.; SCHNITZLER, E.; LACERDA L. G. Effects of gamma radiation on the thermoanalytical, structural and pasting properties of black rice (*Oryza sativa* L.) flour. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 131, p.1-9, 2018.

JANE, J.; AO, Z.; DUVICK, S. A.; WIKLUND, M.; YOO, S.-H.; WONG, K.-S.; GARDNER, C. Structures of amylopectin and starch granules: How are they synthesized? **Journal of Applied Glycoscience**, v. 50, n. 2, p.167–172, 2003.

JAEGER, S. R.; CHHEANG, S. L.; YIN, J.; BAVA, C. M.; GIMENEZ, A.; VIDAL, L.; ARES, G. Check-all-that-apply (CATA) responses elicited by consumers: Within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference**, v.30, n.1, p.56-67, 2013.

JAEGER, S. R.; HUNTER, D. C.; KAM, K.; BERESFORD, M. K.; JIN, D.; PAISLEY, A. G.; ARES, G. The concurrent use of JAR and CATA questions in hedonic scaling is unlikely to cause hedonic bias, but may increase product discrimination. **Food Quality and Preference**,v.44, p.70-74,2015.

JENKINS, P. J.; DONALD, A. M. Gelatinisation of starch: A combined SAXS/WAXS/DSC and SANS study. **Carbohydrate Research**, v. 308, n. 1, p.133–147, 1998.

JEONG, D.; CHUNG, H.J. Physical, textural and sensory characteristics of legume-based gluten-free muffin enriched with waxy rice flour, **Food Science and Biotechnology**, 2018.

KOCER, D.; HICSASMAZ, D.; BAYINDIRLI, A.; KATNAS, S. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar and fat-replacer. **Journal Food Engineering**, v. 78, n. 3, p. 953-964, 2007.

KOHYAMA, K.; MATSUKI, J.; YASUI, T.; SASAKI, T. A. A differential thermal analysis of the gelatinization and retrogradation of wheat starches with different amylopectin chain lengths. **Carbohydrate Polymers**, v. 58, p.71-77, 2004.

KWAK, E. J., LIM, S. I. The effect of sugar, amino acid, metal íon and NaCl on model Maillard reaction under pH control. Amino Acids. **Korea Food Research Institute**, p.85-90, 2004.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: Principles and Practices**. New York: Springer, 2010, 596p.

LEHMANN, U.; ROBIN, F. Slowly digestible starch - its structure and health implications: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 18, n. 7, p. 346–355, 2007.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes botânicas. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.579-588, 2002.

LESTARI, L. A.; HURIYATI, E.; MARSONO, Y. The development of low glycemic index cookie bars from foxtail millet (*Setaria italica*), arrowroot (*Maranta arundinacea*) flour, and kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 6, p. 1406–1413, 2017.

LOS, F. G. B. **Estudo do amido, proteína e compostos fenólicos do feijão carioca**. Tese de doutorado em ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Estadual de Ponta grossa. Ponta grossa, 2019.

LIMA, M.L.; PACHECO, G. A.; CUNHA, D. A.; PINHEIRO, L. A. M. G.; TEIXEIRA, I. R. **Propriedades físicas de cultivares de feijão-comum em funções de diferentes teores de água**. Anais do VII Seminário de Iniciação e V jornada de pesquisa e Pós-graduação. Universidade Estadual de Goiás, 2010.

LIMA, K. O.; BIDUSKI, B.; SILVA, W. M. F. DA; FERREIRA, S. M.; MONTENEGRO, L. M. P.; DIAS, A. R. G.; BIANCHINI, D. Incorporation of tetraethylorthosilicate (TEOS) in biodegradable films based on bean starch (*Phaseolus vulgaris*). **European Polymer Journal**, v. 89, p.162–173, 2017.

LIU, Q.; DONNER, E.; YIN, Y.; HUANG, R. L.; FAN, M. Z. The physicochemical properties and in vitro digestibility of selected cereals, tubers and legumes grown in China. **Food Chemistry**, v. 99, p. 470-477, 2006.

LIU, G.; GU, Z.; HONG, Y.; CHENG, L.; LI, C. Structure, functionality and applications of debranched starch: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 63, p.70–79, 2017.

MA, M.; WANG, Y.; WANG, M.; JANE, J.; DU, S. Food Hydrocolloids Physicochemical properties and in vitro digestibility of legume starches. **Food hydrocolloids**, v. 63, p. 249–255, 2017.

MARCON, M. J. A.; KURTZ, D. J.; RAGUZZONI, J. C.; DELGADILLO, I.; MARASCHIN, M.; SOLDI, V.; REGINATTO, V.; AMANTE, E. R. Expansion Properties of Sour Cassava Starch (Polvilho Azedo): Variables Related to its Practical Application in Bakery. **Starch/Stärke**, v. 61, p. 716-726, 2009.

MARQUEZI, Milene. **Características Físico-Químicas e Avaliação das Propriedades Tecnológicas do Feijão Comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MATOS, M.E., SANZ, T., ROSELL, C.M. Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free *muffins*. **Food Hydrocolloids**, v.35, p.150–158, 2014.

MACDOUGALL, D. B. Colour in food: improving quality. Woodhead Publishing, Cambridge, 388 p., 2002.

MELCHIOR, H.; UNTER MITARBEIT VON BUCHHEIM, G.; ECKARDT, T.; HAMANN, U.; POTZTAL, E.; SCHOLZ, H.; SCHULTZE-MOTEL, W.; SCHULZEMENZ, G.K.; WAGENITZ, G.A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien, mit besonderer Berücksichtigung der Nutzpflanzen nebst einer Übersicht über die **Florenreiche und Florengebiete der Erde**, v.12, p.341–345,. 1964.

MEYNNERS, M.; CASTURA, J. C. Check-all-that-apply questions. In: VARELA, P.; ARES, G. **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**. Boca Raton: CRC Press Cap. 11, p. 271-306, 2014.

MICHELETTI, J., SOARES, J.S., FRANCO, B. C., CARVALHO, R. A. C., CADIDO, C. J., SANTOS, E. F., NOVELLO, D. The addition of jaboticaba skin flour to *muffins* alters the physicochemical composition and their sensory acceptability by children. **Brailian Jounal Food Technology**. v. 21, 2018

MITCHELL, C. D.; LAWRENCE, F. R.; HARTMAN, D.T.; J.; CURRAN, M.J. Consumption of Dry Beans, Peas, and Lentils Could Improve Diet Quality in the US Population. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, p. 909-913, May, 2009.

MORALES, J. F.; BOEKEL, M.A.J.S, van. A study on advanced Maillard reaction in heated casein/sugar solutions: colour formation. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 907-915, 1999.

MORRISON, W. R.; MILIGAN, T. P.; AZUDIN, M. N. A relationship between the amylose and lipids contents of starches from diploid cereals. **Journal of Cereal Science**, v. 2, p.257-271, 1984.

MORRISON, W. R.; SCOTT, D. C. Measurement of the dimensions of wheat starch granule populations using a Coulter Counter with 100-channel analyser. **Journal of Cereal Science**, v.4, p.13-21, 1986.

NASCIMENTO, J. A.; LUNARDI, L.; DE MORI, C. Cultivares de triticale e de centeio. **Embrapa Trigo**, 2006, Passo Fundo: Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84211/1/CNPT-DOC.-66-06.pdf>. Acesso em: 08/07/2018.

NUNES, J. C. **Modificações enzimáticas em pães brancos e pães ricos fibras: Impacto na qualidade.** Dissertação de mestrado em ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre, 2008.

NÚÑES-SANTIAGO, M. C.; BELLO-PÉREZ, L. A.; TECANTE, A. Swelling-solubility characteristics, granule size distribution and rheological behavior of banana (*Musa paradisiaca*) starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 56, p. 65-75, 2004.

NYS, Y.; GUYOT, N. Egg formation and chemistry. In: NYS, Y., BAIN, M.; VAN IMMERSEEL, F. (Ed.) Improving the safety and quality of eggs and egg products. Cambridge: **Woodhead Publishing Limited**, v. 1, p. 83-132. 2011.

OELKE, E. A.; OPLINGER, E. S.; BAHRI, H.; DURGAN, B. R.; PUTNAM, D. H.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A. **Rye.** In: **ALTERNATIVE field crops manual**. St. Paul: University of Minnesota; Madison: University of Wisconsin, 1990. Disponível em: <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/rye.html>. Acesso em: 16 jul. 2013.

ORNELLAS, L. H. Técnica e dietética: seleção e preparo de alimentos. 8. ed. São Paulo: **Atheneu Editora**, 2007.

ORO, T.; LIMBERGER, V. M.; DE MIRANDA, M. Z.; RICHARDS, N. S. P. S.; GUTKOSKI, L. C.; FRANCISCO, A. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. **Ciência rural**, v. 43, n.2, p.214-229; 2013.

ORTOLAN, F. **Genótipos de trigo no Paraná. Safra 2004: Caracterização e fatores relacionados à alteração da cor da farinha.** Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do sul, 125p. 2006.

PARADA, J.; AGUILERA, J. M. In vitro digestibility and glycemic response of potato starch is related to granule size and degree of gelatinization. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 1, p.1–5, 2009.

PARK, E. Y.; KIM, H.; KIM, J.; LIM, S. Pasting properties of potato starch and waxy maize starch mixtures. **Starch/Stärke**, v. 61, p. 352-7, 2009.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A. ; PARK, K. J. B. **Conceitos de processos e equipamento de secagem**, Campinas, CT&EF. 2007.

PEREIRA, A. J. G. (1998). **Fatores que afetam a qualidade do pão de queijo.** Belo Horizonte: CETEC. p.52.

PERERA A, MEDA V, TYLER RT. Resistant starch: a review of analytical protocols for determining resistant starch and of factors affecting the resistant starch content of foods. **Food Research International**, v.43, p.1959-1974, 2010

PIRES, C. V.; OLIVEIRA M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 179-187, 2006.

PIVA, M. T. **Qualidade da farinha de trigo com diferentes aplicações de nitrogênio na base.** Monografia. Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel-Pr, 2007.

POSSE, S. C. P.; RIVA-SOUZA, E.M.; DA SILVA, G.M.; FASOLO, M.; DA SILVA, M.B.; ROCHA, M. A. M. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira 2009-2011**. 245 p, Vitória, ES., Incaper, 2010.

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RAMÍREZ-JIMÉNEZ A.K.; REYNOSO-CAMACHO, R.; MENDOZA-DÍAZ, S. LOARCA-PIÑA, G. Functional and technological potential of dehydrated *Phaseolus vulgaris* L. flours. **Food Chemistry**, v.161, p. 254-260, 2014.

RAMÍREZ-JIMÉNEZ, A. K.; GAYTÁN-MARTINEZ, M.; MORALES-SÁNCHEZ, E.; LOARCA-PIÑA, G. Funcional properties and sensory value of snack bars added with common bean flour as a source of bioactive compounds. **Food Science and Technology**, v. 89, p. 674-680, 2018.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

REDDY, C. K.; SURIYA, M.; HARIPRIYA, S. Physico-chemical and functional properties of Resistant starch prepared from red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*.L) starch by enzymatic method. **Carbohydrate polymers**, v. 95, n. 1, p. 220-226, 2013.

RESENDE, G. C. **Formulação e avaliação de fermentos químicos para pré-mistura de bolo**. Dissertação de mestrados em ciência de alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 105p.,2007.

ROBERFROID, M.; GIBSON, G.R.; Hoyles L, McCartney AL, Rastall R, Rowland I et al. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. **British Journal Nutrition**, 2010; v.104, n.2, p.1-72.

RUIZ-RUIZ, J., DÁVILA-ORTIZ, G., CHEL-GUERRERO, L., BETANCUR-ANCONA, D. Angiotensin I-converting Enzyme Inhibitory and Antioxidante Peptide Frctions From hard-to-cook Bean Enzymatic Hydrolysates. **Jounal of Food Biochemistry**, v.37, n.1, p.26-35, 2013.

RYE AND HEALTH: Nordic **Rye Group**, 2003. 32 p. Disponível em: <<http://rye.vtt.fi/rye&health.pdf>>. Acesso em: 05/06/2017.

SAEED, F.; PASHA, I.; ANJUM, F.M.; SULTAN, J. I. Water-extractable arabinoxylans content in milling fractions of spring wheats.**Journal Food Science Nutrition** ,v.9, p.43–48, 2011.

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.

SANZ, T.; SALVADOR, A.; BAIXAULI, R.; FISZMAN, S.M. Evaluation of four type of resistant starch in *muffins*. II. Effects in texture, colour and consumer response. European. **Food Research and Technology**, p.229, 2009.

SCHAMNE, C., DUTCOSKY, S. D., DEMIATE, I. M. Obtention and characterization of gluten-free baked products. **Food Science and Technology**, Ciência e Tecnologia. De Alimentos. v.30, n.3, 2010.

SCOPUS - **Analyze search results**. p. 2054, 2018. Disponível em: <https://www-scopus.ez82.periodicos.capes.gov.br/results/results.uri?sort=plf-f&src=dm&st1=rye+flour&nlo=&nlr=&nls=&sid=b898d4388d1c76c93d64b8b518884135&sot=b&sdt=sisr&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28rye+flour%29&ref=%28%27rye+flour%27%29&origin=searchhistory&txGid=57788aaa6388dc9da3b39400af3942e5>. Acesso em: 25/07/2018.

SEAB-PR, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. DERAL - Departamento de Economia Rural. **Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária**, Novembro 2017 Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2018/_feijao_2017_18.pdf. Acesso em: 19/07/2018.

SHAHIDI F, NACZK M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic; p.235-273,1995.

SHEVKANI, K.; SINGH, N. Influence of kidney bean, field pea and amaranth protein isolates on the characteristics of starch-based gluten-free *muffins*. **International Journal of Food Science and Technology**, v.49, p.2237–2244, 2014.

SIES, H., STAHL, W. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.62, n.6, p.1315-1321, 1995.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7., 2009, Reno. Proceedings... St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. Disponível em: <<http://elibrary.asabe.org/azdez.asp?JID=1&AID=29066&CID=wcon2009&T=2>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

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.

SINGH, M.; BYARS, J. A.; LIU, S. X. Navy Bean Flour Particle Size and Protein Content Affect Cake Baking and Batter Quality1. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 6, p.1229–1234, 2015.

SINGH, S. et al. Relationship of polymeric proteins with pasting, gel dynamic- and dough empirical-rheology in different Indian wheat varieties. **Food Hydrocolloids**, v.25, p.19-24, 2011.

SLAVIN, J., JACOBS, D. MARQUART, L. Whole-Grain Consumption and Chronic Disease: Protective Mechanisms. **Nutrition and Câncer**, v.1, p.14-21, 1997.

SOUZA, M.C.C; LAJOLO, F.M; MARTINI, L.A; CORREA,N.B; DAN, M.C.T; MENEZESE.W.Effect of oligofructose-enriched unilin on bone metabolismo in girls with low calcium intakes. **Brazilian archives Biology technology**, v.53, n.1, p.193-

201, 2010.

SOUZA, A. S. L. Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa de chocolates amargos. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Alimentos)** - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2010.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. -. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

TEBA, C., da S. **Elaboração de massas alimentícias pré-cozidas à base de farinha mista de arroz polido e feijão preto sem casca pelo processo de extrusão termoplástica**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 177p., 2009.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**.

Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p.

TEIXEIRA, Lilian Viana. 2009. **Análise Sensorial na indústria de alimentos**. Disponível em: < <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/download/70/76>> Acesso em: 18 de setembro de 2019.

THE GERMAN. **Bakery industry: facts and figures**. Zentralverband Des Deutschen Bäckerhandwerks, v.2, 15p. 2011. Disponível em: <http://www.iba.de/fileadmin/www.iba.de/redaktion/content/download/allgemein/Zahlen_Fakten_052011_EN.pdf> Acesso em: 20 nov 2017.

TRIBESS, T.B.; HERNÁNDEZ-URIBE, J. P.; MÉNDEZ-MONTEALVO, M. G.; MENEZES, E. W.; BELLO-PÉREZ, L. A.; TADINI, C. C. Enthalpic properties and resistant-starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. **Food Science and Technology**, v.42, n.5, p.1022-1025, 2009.

TRINDADE, D. B. F.L.; ESCOBAR, T. D.; RIBEIRO, P. F. A. Muffins adicionados de farinha de feijão de diferentes classes. **Brazilian Journal of food technology**, v. 21, 2018.

TRONSMO, K.; FAERGESTAD, E.; SCHOFIELD, J.; MAGNUS, E. Wheat protein quality in relation to baking performance evaluated by the Chorleywood bread process and a hearth bread baking test. **Journal of Cereal Science**, v.38, p.205–215, 2003.

TUNICK, M. H. Rheology of dairy food that gel, stretch and fracture. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.1892-1898, 2000.

VANIER, N. L.; DE OLIVEIRA, J. P.; BRUNI, G. P.; EL HALAL, S. L. M.; VILLANOVA, 80 F. A.; ZAVAREZE, E. DA R.; DIAS, A. R. G.; BASSINELLO, P. Z. Characteristics of starch from different bean genotypes and its effect on

biodegradable films. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 3, p. 1207–1214, 2019.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p.893 - 908, 2012.

VARELA, P.; ARES, G. **Introduction Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**. Boca Raton: CRC Press, Cap.1 p. 1-8, 2014.

VIANA, M. R.; NEVES, A. S.; CAMARGO JUNIOR, K. R.; PRADO, S. D.; MENDONÇA, A. L. O. A racionalidade nutricional e sua influência na medicalização da comida no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 2, p. 447–456, 2017.

VIEIRA, M. C.; LIMA, J. F.; BRAGA, N. M. **Setor sucroalcooleiro brasileiro: Evolução e perspectivas**. 40p. 2007. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/07.pdf> Acesso em: 14/03/2020.

VITTI, P. Pão. In: LIMA, U.A. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v.4, p.365-386.

XAVIER, D. **Desenvolvimento de produto alimentício à base de farinha de trigo integral e ingredientes funcionais**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, 171p.,2013.

WANG, H., & RATNAYAKE, W. S. Physicochemical and Thermal Properties of Phaseolus vulgaris L. var. Great Northern Bean Starch. **Journal of Food Science**, v.79, n.3, p.295–300, 2014.

WANG, S.; WANG, S.; GUO, P.; LIU, L.; WANG, S. Multiscale structural changes of wheat and yam starches during cooking and their effect on in vitro enzymatic digestibility. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, n. 1, p.156–166, 2017.

WARECHOWSKA, M.; WARECHOWSKI, J.; TYBURSKI, J. Evaluation of physicochemical properties, antioxidant potential and baking quality of grain and flour of primitive rye (Secale cereal var. multicaule). **Journal Food Science Technology**, v.56, n.7, p.3422–3430, 2019.

WILDERJANS, E.; LUYTS, A.; BRIJS, K.; DELCOUR, J. A. Ingredient functionality in batter type cake making. **Food Science & Technology**, v.30, p.6-15, 2013.

WONG, J.M., JENKINS, D.J. Carbohydrate digestibility and metabolic effects. **Journal of Nutrition**, v.137, n.11, p.2539-2546, 2007

YACKINOUS, C.; WEE, C.; GUINARD, J. X. Internal preference mapping of hedonic ratings for Ranch salad dressings varying in fat and garlic flavor. **Food Quality and Preference**, v. 10, n. 4, p. 401 - 409, 1999.

YAO, M.; TIAN, Y.; YANG, W.; HUANG, M.; ZHOU, S.; LIU, X. The multi-scale

structure, thermal and digestion properties of mung bean starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 131, p. 871–878, 2019.

YONEMOTO, P. G. **Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo**. São José do Rio Preto, 101p., 2006.

YONEMOTO, P. G.; CALORI-DOMINGUES, M. A.; FRANCO, C. M. L. Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p.761-771, 2007.

ZENG, M.; MORRIS, C. F.; BATEY, I. L.; WRIGLEY, C. W. Sources of variation for starch gelatinization, pasting, and gelation properties in wheat. **Cereal Chemistry**, v.74,p.63–71, 1997.

ZIELIJSKI , H.; MICHALSKA, A.; CEGLIJSKA, A., LAMPARSKI, G. Antioxidant properties and sensory quality of traditional rye bread affected by the incorporation of flour with different extraction rates in the formulation. **Europa Food Research and Technology** v.226, n.4, p.671– 680, 2008.

ZHOW, W.; THERDTHAI, N.; HUI, Y. H. **Bakery products Science and technology** . 2 ed. USA: John Wiley & Sons,2014.

ANEXO A – FICHA DA ANÁLISE SENSORIAL

FICHA CHECK ALL THAT APPLY (CATA)

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Departamento de Engenharia de Alimentos

Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos

Nome: _____

Sexo: M () F () Faixa etária: () 18 a 25 anos () 26 a 35 anos
() 36 a 45 anos () 46 anos ou mais

1) Qual sua frequência de consumo de produto Muffin?

() todo os dias () 2 a 3 vezes por semana () 1 ou 2 x no mês
() 1x ao mês () esporadicamente () não consumo

• ACEITABILIDADE

2) Por favor, prove a amostra e avalie quanto a Impressão global (aparência e sabor) de acordo com a seguinte escala:

1 Desgostei extremamente
2 Desgostei muito
3 Desgostei moderadamente
4 Desgostei ligeiramente
5 Indiferente
6 Gostei ligeiramente
7 Gostei moderadamente
8 Gostei muito
9 Gostei extremamente

Amostra: _____

Nota: _____

• JAR

3) Marque com X na escala indicando sua opinião sobre o produto

Doçura

() Muito doce () intermediário () ideal () intermediário () Pouco doce

Textura

() Muito macio () intermediário () ideal () intermediário () Pouco macio

Odor

() Muito forte () intermediário () ideal () intermediário () Muito fraco

• INTENÇÃO DE COMPRA

5) Qual sua intenção de compra em relação a amostra que você provou?

() certamente compraria
() provavelmente compraria
() indiferente
() provavelmente não compraria
() certamente não compraria

- **CATA**

6) Marque com um X em todas as características que se aplicam na amostra que você acabou de provar:

- ☐ Cor característica
- ☐ Dificuldade para engolir
- ☐ Massa quebradiça
- ☐ Úmido
- ☐ Coeso
- ☐ Adesivo
- ☐ Esponjoso
- ☐ Massa fibrosa
- ☐ sabor de chocolate
- ☐ Macio
- ☐ odor de chocolate
- ☐ fibroso
- ☐ arenoso
- ☐ brilhoso
- ☐ superfície aberta
- ☐ sabor de quero mais
- ☐ alta qualidade
- ☐ Textura farinácea
- ☐ massa leve
- ☐ massa frágil
- ☐ Dificuldade para mastigar
- ☐ baixa mastigabilidade
- ☐ odor adocicado
- ☐ não pagaria nada a mais pelo produto

Sabendo que esse produto é fonte de fibras, você pagaria a mais para adquiri-lo?

- ☐ Sim ☐ Não

Quanto? (por pacote/embalagem)

- ☐ R\$0,30 a mais
- ☐ R\$1,0 a mais
- ☐ não pagaria nada a mais pelo produto
- ☐ R\$0,60 a mais