

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ÉRIKA WATANABE

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE TRITICALE
(x *Triticosecale* Wittmack) VISANDO À APLICAÇÃO EM BISCOITO
TIPO *COOKIE***

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA
2016

ÉRIKA WATANABE

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE TRITICALE
(x *Triticosecale* Wittmack) VISANDO À APLICAÇÃO EM BISCOITO
TIPO *COOKIE***

Dissertação de mestrado, apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho
Coorientadora: Dr^a. Maria Brígida dos Santos Scholz

LONDRINA
2016

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

W324c Watanabe, Érika

Caracterização físico-química e reológica de triticales (x *Triticosecale wittmack*) visando a aplicação em biscoito tipo cookie / Érika Watanabe. - Londrina : [s.n.], 2016.

75 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho

Coorientadora: Prof^a Dr^a Maria Brígida dos Santos Scholz

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2016.

Bibliografia: f. 34-39.

1. Triticale - Análise. 2. Biscoitos - Indústria. 3. Farinhas. 4. Alimentos - Avaliação sensorial. I. Coelho, Alexandre Rodrigo, orient. II. Scholz, Maria Brígida dos Santos, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 51

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE
TRITICALE (X TRITICOSECALE WITTMACK) VISANDO À
APLICAÇÃO EM BISCOITO TIPO COOKIE**

por

Érika Watanabe

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina às 16h de 04 de novembro de 2016. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Dr. Alexandre Rodrigo Coelho
UTFPR Câmpus Londrina
Orientador

Dr. Klever Márcio Antunes Arruda
IAPAR - Londrina
Membro Examinador Titular

Dra. Neusa Fátima Seibel
UTFPR Câmpus Londrina
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:

Prof. Fábio A. Coró, Dr.
(Coordenador do PPGTAL)

A folha de aprovação assinada encontra-se arquivada na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos

Dedico este trabalho aos meus pais, Masakatsu e Angelina, ao meu esposo Fernando e aos meus filhos Eduardo e Fernanda por todo amor, carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por me dar forças para nunca desistir.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho, pelas orientações, disponibilidade e paciência em entender as minhas limitações.

À minha coorientadora, Dr^a. Maria Brígida dos Santos Scholz, pela oportunidade oferecida e pelo exemplo de dedicação à pesquisa.

Ao Dr. Klever Márcio Antunes Arruda pelo aprendizado e incentivo.

À Dr^a Cíntia Sorane Good Kitzberger pela disponibilidade e colaboração.

Ao IAPAR, à Universidade Tecnológica Federal do Paraná e à Universidade Estadual de Londrina pela estrutura e equipamentos disponibilizados.

Ao Moinho Globo pela cooperação.

Aos Professores do PPGTAL e DAALM pela construção do conhecimento.

Aos colegas de turma pela troca de experiências e conhecimento.

Ao Sr. Ovídio Mantoani, pela atenção e conhecimento compartilhado.

Às amigas e companheiras de trabalho Laura, Sumaya e Roberta pelos momentos compartilhados, amparo nas horas difíceis e auxílio na pesquisa.

Agradeço especialmente à minha família, pelo incentivo, paciência e apoio durante toda a jornada.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

WATANABE, Érika. **Caracterização físico-química e reológica de triticale (x *Triticosecale* Wittmack) visando à aplicação em biscoito tipo *cookie***. 2016. 73 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

O triticale é um cereal híbrido, resultante do cruzamento artificial entre trigo e centeio. Tolerante a estresses ambientais e com atributos nutricionais favoráveis, tem potencial para auxiliar no suprimento da demanda mundial por alimentos, proporcionando uma matéria-prima alternativa ao trigo. Neste trabalho, foi realizada a caracterização físico-química e reológica do triticale visando à aplicação de sua farinha em biscoito tipo *cookie*. Os grãos de treze genótipos de triticale e dois genótipos de trigo, utilizados para fins comparativos, foram analisados quanto à ocorrência de germinação, peso do hectolitro, umidade, proteínas, lipídios, cinzas, amido, *falling number* e volume de sedimentação em SDS. Posteriormente, foram condicionados à umidade de 15,5%, submetidos à moagem e avaliados quanto à taxa de extração de farinha total e percentual das frações de quebra e redução. As farinhas foram analisadas quanto à umidade, cinzas, cor, glúten, capacidade de retenção de solventes e farinografia. Os triticales diferiram dos trigos no menor conteúdo de proteínas (com exceção da cultivar BRS Ulisses), maior quantidade de cinzas e desempenho inferior nas avaliações de *falling number*, volume de sedimentação em SDS e parâmetros farinográficos de tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa. Além disso, apresentaram menor conteúdo de glúten, inclusive com alguns genótipos em que não foi possível detectá-lo pelo método convencional. De acordo com as características, os triticales não apresentaram aptidão para a panificação, mas poderiam ser empregados na malteação para produção de bebidas fermentadas, aditivação de farinhas com elevado *falling number*, alimentos extrusados, barras de cereais, cereais matinais, mistura multigrãos e formulações que não necessitam de farinhas com elevada força de glúten, como biscoitos e bolos. Desta forma, dois genótipos de triticale: TLD 1202 e BRS Minotauro, com diferentes conteúdos de glúten, foram selecionados para substituir a farinha do trigo LD 122105 na produção de biscoitos tipo *cookie*. Três formulações de biscoitos, cada qual contendo apenas uma das farinhas, foram analisadas quanto à composição proximal, massa (antes e após forneamento), diâmetro, espessura, fator de expansão, além de cor e textura instrumentais. Também foram submetidos às análises microbiológicas exigidas pela legislação vigente e avaliados sensorialmente. Os biscoitos produzidos com triticale apresentaram menor teor de proteínas, porém maior diâmetro e conseqüentemente, maior fator de expansão. A substituição da farinha de trigo pela de triticale também conferiu menor dureza e fraturabilidade e em termos sensoriais, embora as três formulações tenham sido bem aceitas, aquelas elaboradas com farinha de triticale alcançaram as melhores pontuações. Assim, foi possível substituir totalmente a farinha de trigo pela de triticale na elaboração dos biscoitos, mantendo as características do produto e independentemente da quantidade de glúten das farinhas.

Palavras-chave: Capacidade de retenção de solventes. *Falling Number*. Análise sensorial. Cor. Textura. Farinografia.

ABSTRACT

WATANABE, Érika. **Physicochemical and rheological characterization of triticale (x *Triticosecale* Wittmack) for implementation in cookies**. 2016. 73 p. Dissertation (Professional Master's Degree in Food Technology) – Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2016.

Triticale is a hybrid cereal resulting from artificial crossing between wheat and rye. Being resistant to environmental stresses and presenting good nutritional attributes, it has the potential to increase the world food supply, providing an alternative grain to wheat. This research investigated the physicochemical and rheological properties of triticale with the purpose of applying its flour in cookies. The grains of thirteen genotypes of triticale and two wheat varieties, used for comparative purposes, were analyzed for the occurrence of germination, hectoliter weight, moisture, protein, lipids, ash, starch, falling number and volume of sedimentation in SDS. Afterwards, they were conditioned to 15,5% of moisture, submitted to grinding and evaluated for total flour extraction rate and percentage of breakage and reducing fractions. Flours were analyzed for moisture, ash, color, gluten, solvent retention capacity and farinography. The triticales differentiated of wheats by lower protein content (except BRS Ulisses), higher amount of ash and lower performance in the tests of falling number, sedimentation volume and farinograph parameters such as development time and stability of mass. Moreover, they had lower gluten content, including varieties that it was not possible to detect by conventional method. According to the characteristics, triticales do not show suitability for panification, but could be used in malting to produce fermented beverages, as additives of flour with high falling number, extruded foods, cereal bars, breakfast cereals, multigrain mix and formulations that do not require flour with high gluten strength, such as cookies and cakes. Two triticales: TLD 1202 and BRS Minotauro, with different gluten levels were selected to replace the wheat flour LD 122105 in the production of cookies. Three cookies formulations were prepared, each containing only one of the flours. The cookies were subjected to proximate composition, mass measurement (before and after baking), diameter, thickness, cookie factor, and instrumental color and texture analysis. The microbiological safety of cookies was guaranteed through the tests required by current legislation and subsequent application of the acceptance tests. The cookies produced with triticale had lower protein content, but larger diameter and consequently, greater expansion factor. The replacement of wheat flour by triticale also reduced hardness and friability of cookies and in sensory terms, although the three formulations had been well accepted, those prepared with triticale flour achieved the best scores. Thus it was possible to completely replace wheat flour by triticale in the cookie formulation, keeping the product characteristics and regardless of the amount of gluten of flour.

Keywords: Solvent retention capacity. Falling number. Sensory Evaluation. Color. Texture. Farinograph.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1 – Processo de formação dos triticales primários e secundários.....	15
Figura 2 – Maiores produtores mundiais de triticales em 2014.....	17
Figura 3 – Distribuição da produção nacional de triticales (mil toneladas)	18
Figura 4 – Espigas de triticales, trigo e centeio.....	19
Figura 5 – Fluxograma do processamento de biscoito.....	28
Figura 6 – Máquina de corte por fio.....	30

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Análise de Componentes Principais dos triticales.....	54
Figura 2 – Análise de Agrupamento dos triticales.....	55

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Aceitação sensorial dos biscoitos tipo <i>cookie</i>	70
--	----

LISTA DE TABELAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Tabela 1 – Composição química proximal (g/100g) e de aminoácidos essenciais (g/16g N) dos grãos de triticales, trigo e centeio.....	20
Tabela 2 – Indicadores nacionais do mercado de biscoitos.....	24
Tabela 3 – Venda de biscoitos de acordo com o segmento.....	24
Tabela 4 – Métodos de formação de biscoitos.....	29

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Avaliação dos grãos de triticales e trigo.....	45
Tabela 2 – Taxa de extração total de farinha e rendimento das frações de quebra e de redução.....	48
Tabela 3 – Avaliações de cor, cinzas, glúten úmido e seco das farinhas.....	50
Tabela 4 – Absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade e capacidade de retenção de solventes das farinhas.....	51

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Formulação dos biscoitos.....	63
Tabela 2 – Proteína das farinhas e composição proximal dos biscoitos.....	66
Tabela 3 – Características físicas dos biscoitos.....	67
Tabela 4 – Resultados do teste de aceitação e Índice de Aceitabilidade dos biscoitos.....	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 TRITICALE	12
3.1 ORIGEM.....	12
3.2 GENÉTICA E CLASSIFICAÇÃO.....	14
3.3 PANORAMA MUNDIAL E NACIONAL.....	16
3.4 CARACTERÍSTICAS DO TRITICALE.....	19
3.5 UTILIZAÇÃO DO TRITICALE NA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	20
4 BISCOITOS	23
4.1 MERCADO BRASILEIRO DE BISCOITOS.....	23
4.2 BISCOITOS TIPO COOKIES.....	25
4.2.1 Ingredientes utilizados na produção de biscoitos.....	25
4.3 PRODUÇÃO DE BISCOITOS.....	27
4.4 USO DA FARINHA DE TRITICALE EM BISCOITOS TIPO <i>COOKIE</i>	31
5 ANÁLISE SENSORIAL	33
REFERÊNCIAS	34
RESULTADOS	39
CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE TRITICALE VISANDO À APLICAÇÃO EM ALIMENTOS	40
1 INTRODUÇÃO	42
2 MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1 ANÁLISE DOS GRÃOS.....	43
2.2 MOAGEM.....	43
2.3 ANÁLISE DAS FARINHAS.....	44
2.4 ESTATÍSTICA.....	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS DE BISCOITOS PRODUZIDOS COM FARINHA DE TRITICALE CONTENDO DIFERENTES TEORES DE GLÚTEN...	60

1 INTRODUÇÃO.....	62
2 MATERIAL E MÉTODOS	63
2.1 INGREDIENTES.....	63
2.2 ELABORAÇÃO DOS BISCOITOS.....	63
2.3 ANÁLISES FÍSICAS, COMPOSIÇÃO PROXIMAL E TEXTURA INSTRUMENTAL.....	64
2.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	65
2.5 ANÁLISE SENSORIAL.....	65
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	71
APÊNDICE.....	73

1 INTRODUÇÃO

Cereal originário do cruzamento artificial entre trigo (*Triticum* spp.) e centeio (*Secale cereale* L.), o triticales (*x Triticosecale* Wittmack) combina atributos-chave das duas espécies parentais: a alta produtividade e valor energético do trigo, com a resistência a estresses ambientais e valor nutricional do centeio (OETTLER, 2005). Entretanto, problemas históricos como a reduzida quantidade e qualidade de glúten, elevada atividade de α -amilase, cor escura da farinha e menor rendimento de moagem, impuseram limitações à utilização de sua farinha na panificação e seu principal destino tem sido a alimentação animal (MARCINIAK; OBUCHOWSKI; MAKOWSKA, 2008; ZEČEVIĆ et al., 2010).

Nutricionalmente, o triticales apresenta melhor balanço mineral que o trigo e embora o teor de proteínas das duas espécies seja comparável, o conteúdo de lisina, primeiro aminoácido limitante em cereais, é maior no triticales (ARENDR; ZANINI, 2013). Em termos de fibra alimentar, também se assemelha ao trigo, porém, com maior proporção de fibra solúvel (RAKHA; ÅMAN; ANDERSSON, 2011). Possui ainda, compostos fenólicos com atividade antioxidante, como o ácido ferúlico, proantocianidinas e lignanas (HOSSEINIAN; MAZZA, 2009). Assim, o cereal constituiu uma alternativa aos alimentos tradicionais, agregando nutrientes e compostos bioativos à dieta humana.

Em virtude da deficiência de glúten e alta atividade enzimática, a farinha de triticales não é indicada para a elaboração de pães, contudo, é possível empregá-la em produtos que não necessitam de elevada força de glúten, como biscoitos (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2004). Os biscoitos tipo *cookie* caracterizam-se pela grande quantidade de gordura e açúcar e pequena porção de água. Como consequência, o glúten se desenvolve minimamente, pois não há água disponível para hidratar adequadamente as proteínas responsáveis por sua formação (PAREYT; DELCOUR, 2008). Assim, esse tipo de produto constitui um meio em potencial para a aplicação de farinhas alternativas ao trigo, como a do triticales.

2 OBJETIVOS

Realizar a caracterização físico-química e reológica de triticales visando à aplicação em biscoitos tipo *cookie*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização físico-química dos grãos;
- Extrair as farinhas e analisar o rendimento dos genótipos;
- Avaliar os atributos físico-químicos e reológicos das farinhas produzidas e selecionar aquelas com aptidão para substituir a farinha de trigo na elaboração dos biscoitos tipo *cookie*;
- Analisar a composição proximal e as características físicas dos biscoitos;
- Avaliar a aceitação sensorial dos biscoitos tipo *cookie*.

3 TRITICALE

Desenvolvido por fitomelhoristas com o propósito de reunir as características favoráveis de seus progenitores, especialmente a rusticidade e qualidade nutritiva do centeio com a qualidade tecnológica e potencial produtivo do trigo, o triticale (*x Triticosecale* Wittmack) é o mais jovem dos cereais e o primeiro a ser produzido pelo homem. Obtido da hibridização artificial entre o trigo (*Triticum* spp.) e o centeio (*Secale cereale* L.), seu nome é uma fusão dos nomes científicos das duas espécies parentais (ARENDDT; ZANNINI, 2013).

Embora o ambicioso objetivo de criar uma cultura que reúna as melhores características do trigo e do centeio não tenha sido plenamente realizado, o triticale passou de uma mera curiosidade científica a um cereal cultivado comercialmente em diversos países. Atualmente, os atributos dos triticales modernos fornecem vantagens competitivas suficientes para que o cereal seja cada vez mais cultivado em todo o mundo. Sob condições adversas, o triticale chega a alcançar rendimento maior do que o de seus pais e em termos nutricionais, quando comparado ao trigo, apresenta melhor balanço mineral, maior conteúdo de lisina, primeiro aminoácido limitante em cereais, maior proporção de fibras solúveis e presença de compostos fenólicos com atividade antioxidante (AMMAR; MERGOUM; RAJARAM, 2004; HOSSEINIAN; MAZZA, 2009; RAKHA; ÅMAN; ANDERSSON, 2011; ARENDDT; ZANNINI, 2013).

3.1 ORIGEM

O primeiro registro literário da ocorrência de híbridos de trigo e centeio data de 1875, quando o cientista Alexander Stephen Wilson relatou à Sociedade Botânica de Edimburgo, na Escócia, a obtenção de duas plantas híbridas, resultantes da fertilização artificial de trigo com pólen de centeio. No entanto, as plantas eram completamente estéreis em decorrência de grãos de pólen disfuncionais, despertando, na época, muito mais interesse como curiosidade botânica do que como um cereal comercial (CARVALHO; NASCIMENTO JUNIOR; PIANA, 2008; ARENDDT; ZANNINI, 2013). Em 1883, o melhorista americano Elbert Sillick Carman obteve uma planta híbrida parcialmente fértil, publicando, no ano seguinte, a ilustração da mesma na revista Rural New Yorker (AMMAR; MERGOUM; RAJARAM, 2004).

As primeiras evidências sobre a produção de triticales férteis datam de 1888, na Alemanha, onde o pesquisador Wilhelm Rimpau, após realizar uma série de cruzamentos, obteve verdadeiros híbridos com sementes. Diferentemente das plantas desenvolvidas por Wilson e Carman, as progênies de Rimpau apresentavam uniformidade e eram efetivamente viáveis (AMMAR; MERGOUM; RAJARAM, 2004).

Apesar de gerado sinteticamente, o triticales também pode ocorrer espontaneamente na natureza, sendo que em 1918, na Estação Experimental Agrícola de Saratov, Rússia, foi relatada a presença de híbridos naturais de trigo e centeio, todos estéreis e do sexo masculino. Este episódio forneceu matéria-prima para o início de uma extensa caracterização botânica, citológica e agrônômica do triticales. No entanto, até a década de 1930, devido à fertilidade persistentemente baixa e tendência em produzir sementes enrugadas, sem endosperma suficiente para suportar o crescimento das plântulas, o triticales atraiu pouco interesse como cultura alimentar (WOLFF, 1976; AMMAR; MERGOUM; RAJARAM, 2004).

O primeiro grande avanço no melhoramento do triticales se deu a partir de 1937, com a descoberta da colchicina, um alcaloide cristalino, capaz de induzir a duplicação de cromossomos nos núcleos das células das plantas. Desenvolvida na França, a droga permitiu que a reduzida fertilidade do triticales, principal obstáculo para o seu desenvolvimento fosse superado (WOLFF, 1976).

Além da utilização da colchicina, a técnica de cultura de embriões *in vitro*, a partir de 1940, incluiu alternativa importante a ser aplicada ao melhoramento do triticales, reduzindo a incidência de anormalidades e abortos embrionários. Com o aperfeiçoamento de ambos os métodos foi possível produzir novos híbridos férteis e conseqüentemente, a condução de pesquisas em larga escala (VARUGHESE; BAKER; SAARI, 1987).

Em 1954 a Universidade de Manitoba, no Canadá, reuniu uma grande coleção de triticales primários obtidos por pesquisadores em todo mundo e iniciou cruzamentos secundários. Em 1965 foi estabelecida uma parceria entre pesquisadores mexicanos e a Universidade de Manitoba para realizar pesquisas sobre o triticales. Um ano depois, foi instituído o programa de melhoramento genético de triticales no Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo, no México (CIMMYT). Este programa foi muito bem sucedido e atualmente o CIMMYT é o principal fornecedor de germoplasma para os programas de melhoramento genético em todo o mundo (AMMAR; MERGOUM; RAJARAM, 2004; CANTALE et al. 2016).

No período compreendido entre 1975 e 2000, o CIMMYT distribuiu 146 cultivares de triticales de primavera para produção comercial em 23 países nos cinco continentes. Além disso, o sucesso obtido pelo programa de melhoramento do CIMMYT estimulou alguns países como Austrália, Brasil, Portugal e Índia a intensificar os esforços em pesquisas, com o objetivo de desenvolver materiais com melhor adaptação a seus ambientes ou para atender às exigências específicas do mercado local (AMMAR; MERGOUM; RAJARAM, 2004).

Decorrido mais de um século de pesquisas, o progresso no melhoramento do triticales é notável. As cultivares modernas apresentam avanços tanto nos caracteres agronômicos (redução da altura, resistência ao acamamento e ampla adaptação), quanto tecnológicos, apresentando grãos bem desenvolvidos, muito semelhantes aos do trigo e com melhor rendimento em farinha (VARUGHESE; BARKER; SAARI, 1987; MELLADO; MATUS; MADARIAGA, 2008).

3.2 GENÉTICA E CLASSIFICAÇÃO

Conforme Baier e colaboradores (1994) o triticales ou x *Triticosecale* Wittmack é um híbrido, assim designado por reunir em suas células os genomas de ambos os parentais: trigo e centeio. Pertencente à família *Gramineae*, subfamília *Pooidae*, tribo *Triticeae* e subtribo *triticineae*, o triticales é classificado de acordo com o número de cromossomos em três tipos principais:

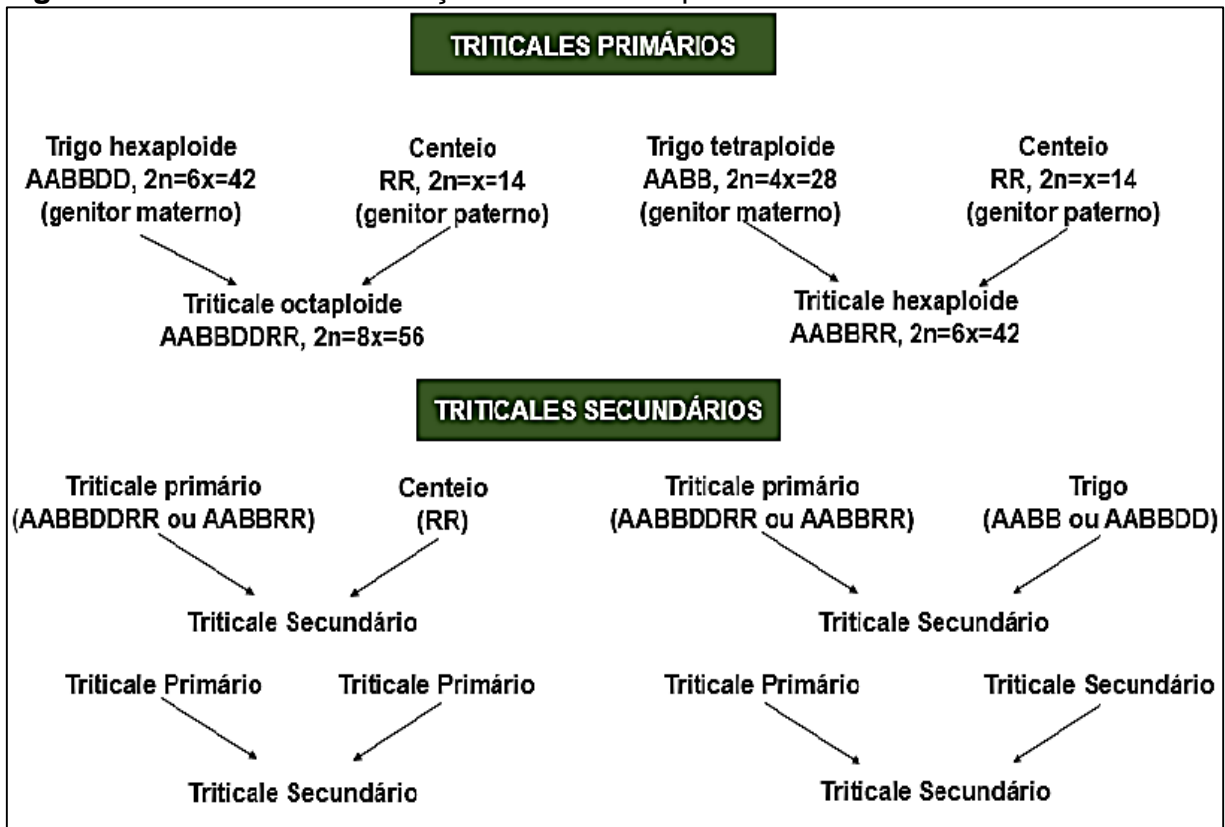
a) Triticales octoploides (AABBDDRR) – obtidos do cruzamento entre o trigo comum (*Triticum aestivum*, AABBDD) e o centeio (*Secale cereale* L., RR). Foram os primeiros a serem descritos, contendo 56 cromossomos, sendo 42 do trigo: 14 do genoma “A”, 14 do genoma “B” e 14 do genoma “D” e 14 cromossomos do centeio: todos do genoma “R” (BAIER et al., 1994).

b) Triticales hexaploides (AABBRR) - provenientes do cruzamento do trigo duro (*Triticum durum*, AABB) com o centeio (*Secale cereale* L., RR). Possuem 42 cromossomos sendo 14 cromossomos do genoma “A”, 14 do genoma “B” e 14 do genoma “R” (BAIER et al., 1994).

c) Triticales tetraploides (AARR, BBRR, DDDR) - obtidos da hibridação entre o trigo diploide (*Triticum monococum*, AA, BB, DD) e o centeio (*Secale cereale* L., RR). Possuem a mesma proporção de genomas de trigo e centeio e são utilizados apenas para a manipulação de genes e de cromossomos (OETTLER, 2005).

Segundo Carvalho, Nascimento Junior e Piana (2008), os triticales também podem ser classificados de acordo com o tipo de cruzamento em primário ou secundário. Triticales primários são oriundos de cruzamentos entre trigo (tetraploide ou hexaploide) e centeio, enquanto os triticales secundários são aqueles resultantes do cruzamento de triticales primários com um dos seus genitores, outro triticale primário ou ainda com outro triticale secundário, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Processo de formação dos triticales primários e secundários



Fonte: CARVALHO; NASCIMENTO JUNIOR; PIANA, 2008.

A produção comercial de triticale é basicamente da classe de hexaploides devido à sua maior capacidade adaptativa e desempenho agrônomico superior. Os triticales hexaploides podem ser completos quando possuem todos os sete pares de cromossomos dos genomas A e B do trigo e R do centeio ou substituídos quando um ou mais cromossomos do centeio forem substituídos por cromossomos do trigo (BAIER et al., 1994; OETTLER, 2005).

O triticale hexaploide (AAB \overline{B} RR) difere do trigo comum (AABBD) pela substituição do genoma D do trigo pelo R do centeio. Este fato não só reduz o conteúdo de glúten, mas também remove a codificação de locos importantes de

gluteninas (Glu-D1 e Glu-D3) e introduz locos que codificam secalinas, acarretando em redução da qualidade tecnológica da farinha de triticales (MERGOUM et al., 2004).

As diferentes variedades de triticales podem ainda ser classificadas de acordo com o hábito de crescimento em triticales de inverno, de primavera ou triticales facultativos. Os triticales de inverno necessitam de frio após a germinação para atingir a fase reprodutiva. Já os triticales de primavera não requerem frio para migrar da fase vegetativa para a reprodutiva e os triticales facultativos têm hábitos intermediários (SALMON; MERGOUM; GOMEZ-MACPHERSON, 2004).

3.3 PANORAMA MUNDIAL E NACIONAL

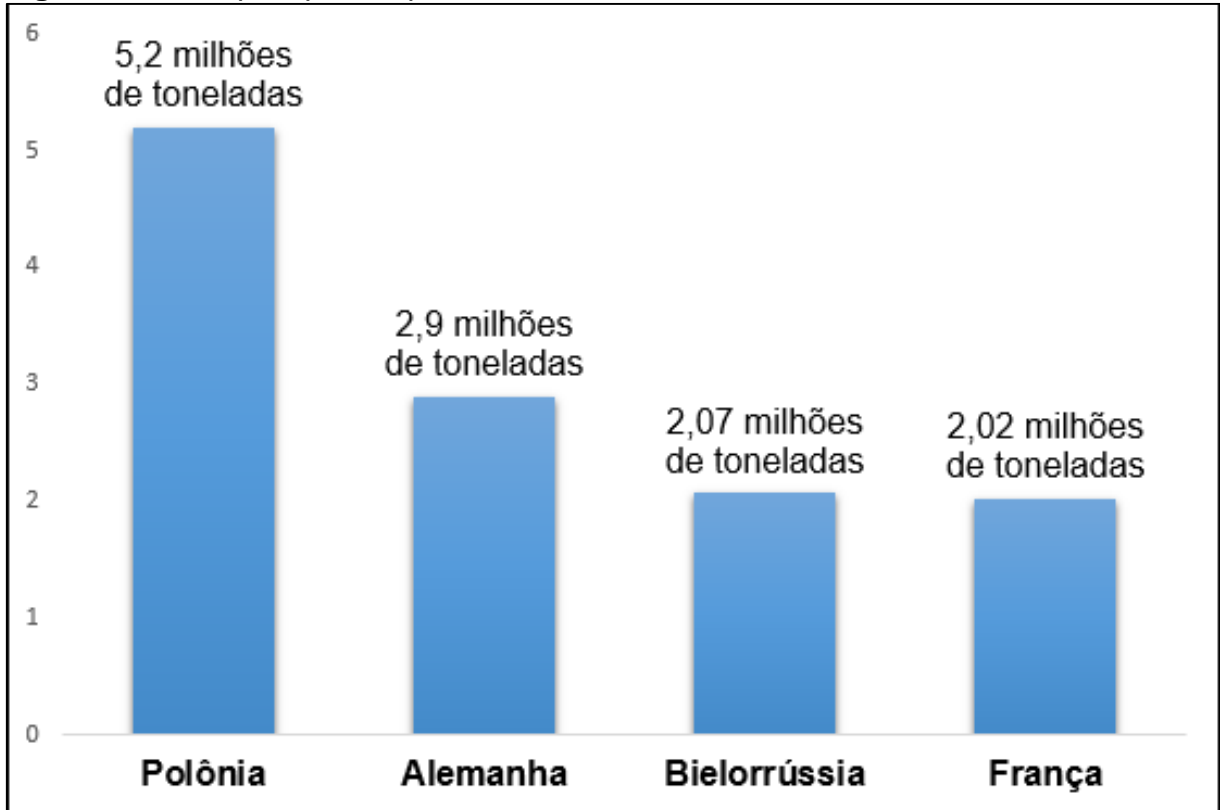
Apesar dos esforços empreendidos pelos diversos países no melhoramento do triticales, sua evolução como cultura comercial só deslanchou após meados da década de 1980. Desde então, o recorde de produção foi registrado em 2009, quando o volume mundial produzido foi de 17,07 milhões de toneladas (DE MORI; NASCIMENTO JÚNIOR; MIRANDA, 2014; FAO, 2015).

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2016), a Europa é a principal região produtora de triticales, responsável por 94,2% da produção mundial na safra de 2014, o que corresponde a aproximadamente 12,5 milhões de toneladas. Neste continente, Polônia, Alemanha, França e Bielorrússia destacaram-se como os quatro maiores produtores (Figura 2), perfazendo juntos, cerca de 73% do volume produzido mundialmente em 2014. Vale ressaltar que os três primeiros países contam com eficientes programas de melhoramento do cereal e grande parte da produção é consumida internamente, na alimentação animal ou produção de etanol (CARVALHO; NASCIMENTO JUNIOR; PIANA, 2008; ARENDT; ZANNINI, 2013; DE MORI; NASCIMENTO JÚNIOR; MIRANDA, 2014). Nos últimos cinco anos a Alemanha se sobressaiu no mercado mundial como o maior exportador de triticales, enquanto a Holanda detém o título de maior importador (FAO, 2016).

No Brasil, o cultivo do triticales teve início em 1960 com a introdução de linhagens canadenses e mexicanas nas regiões mais frias, no sul do país. No entanto, a cultura desenvolveu-se somente a partir de 1984, após a implantação da Portaria nº 420/84 do Conselho Monetário Nacional, que o colocou em condições de igualdade ao trigo quanto à política de comercialização, industrialização e financiamento da

produção, além de estabelecer o preço de sua comercialização em 90% do preço do trigo, para o mesmo peso hectolitro (HUBNER, 2008).

Figura 2 - Principais países produtores de triticales em 2014



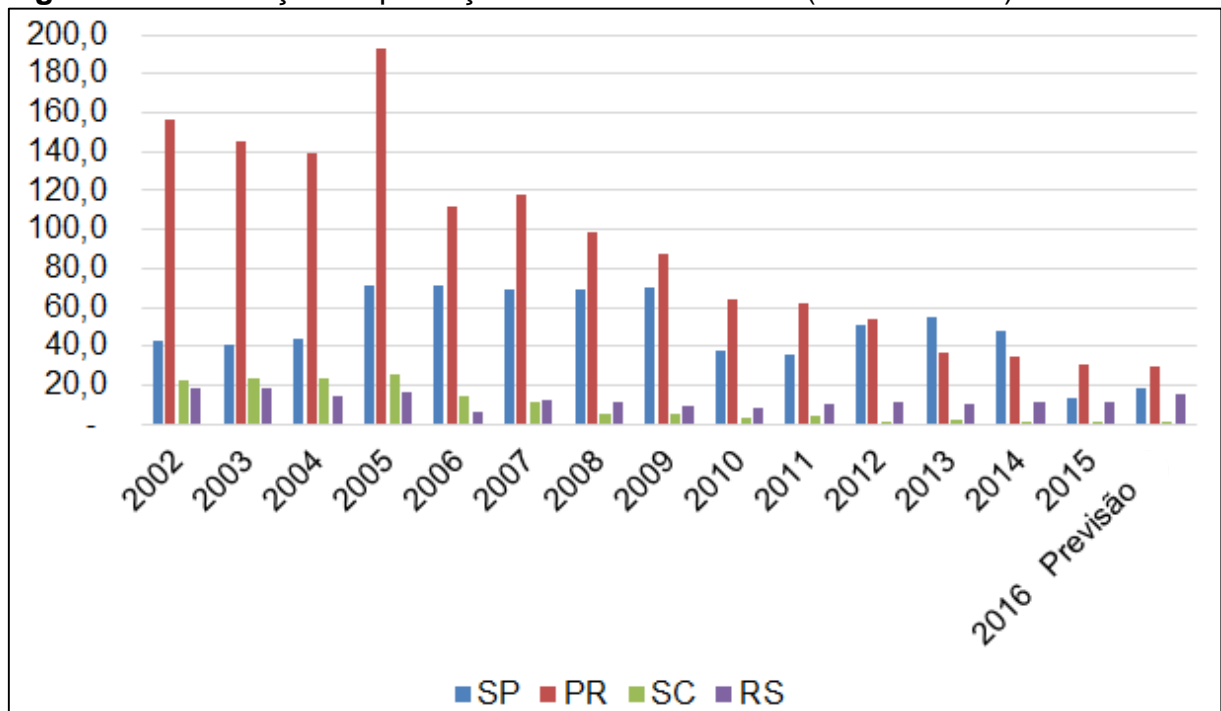
Fonte: FAO, 2016.

Inicialmente, seu cultivo no país teve como foco o consumo humano. Porém, a baixa qualidade para panificação e a cor escura de sua farinha, aliada ao menor rendimento de moagem e restrições logísticas, limitaram sua aceitação pelos moinhos, reduzindo, no fim da década de 1980, o interesse dos agricultores pelo cultivo do cereal (DE MORI; NASCIMENTO JÚNIOR; MIRANDA, 2014).

Na década de 1990, a cultura voltou a ganhar estímulo, porém com um novo foco: a utilização como ingrediente para ração animal, principalmente aves e suínos, em virtude dos elevados preços do milho. Esse quadro de expansão da cultura do triticales perdurou até 2005, ano em que o Brasil alcançou a marca histórica de 306,3 mil toneladas. No entanto, já no ano seguinte, a produção entrou em declínio, sendo contabilizadas, em 2015, apenas 56,9 mil toneladas (CONAB, 2016). De acordo com Nascimento Junior e Bianchin (2008), provavelmente essa queda ocorreu devido à introdução do milho de segunda safra, o que conseqüentemente aumentou a produção e reduziu os preços do milho, desestimulando o interesse pelo triticales.

O plantio do triticale está concentrado no centro-sul do Brasil, onde as cultivares de hábito primaveril se adaptaram bem ao clima e solos ácidos. Nessa região, o cereal oferece oportunidades atraentes para o seu aproveitamento, sendo utilizado como forragem nos períodos entre maio e julho, para bovinos, além de suprir a demanda por grãos para rações entre outubro e janeiro, período pós-colheita do triticale e entressafra do milho (BAIER et al., 1994; NASCIMENTO JUNIOR; BIANCHIN, 2008; DE MORI; NASCIMENTO JÚNIOR; MIRANDA, 2014). Os estados de Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul destacaram-se como os maiores produtores em 2015, conforme observado na Figura 3 (CONAB, 2016).

Figura 3 - Distribuição da produção nacional de triticale (mil toneladas)



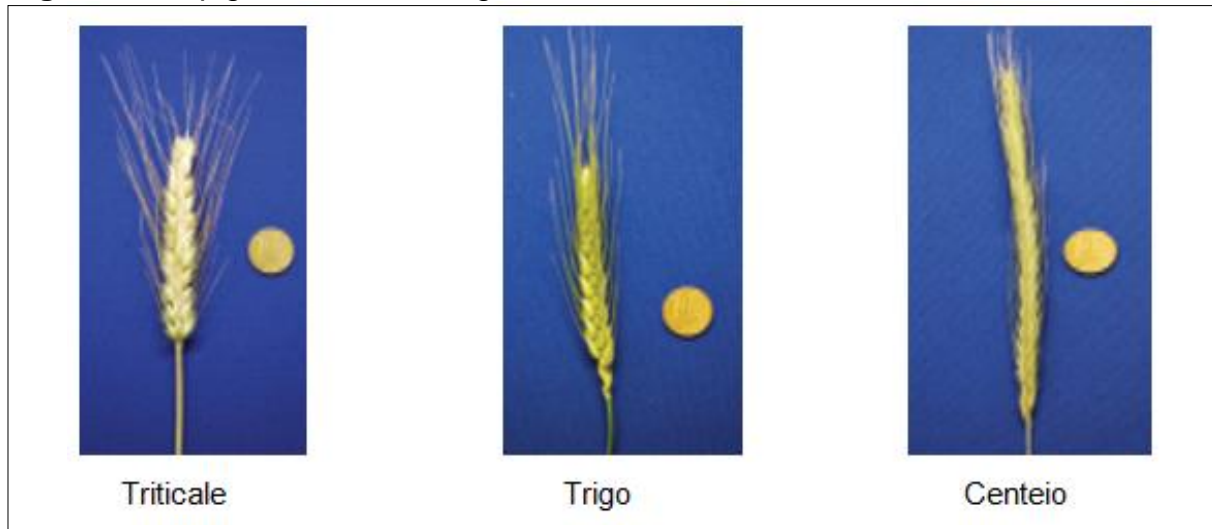
Fonte: CONAB, 2016.

Carvalho, Nascimento Junior e Piana (2008) relataram que além da utilização como componente em ração animal, o triticale vem sendo aplicado em misturas com farinha de trigo para diversos produtos destinados ao consumo humano. Atualmente existem três instituições voltadas ao melhoramento ou introdução sistemática de triticale para avaliação no Brasil: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e Instituto Agrônomo de São Paulo (IAC). Todas as três instituições têm como fonte de germoplasma o CIMMYT.

3.4 CARACTERÍSTICAS DO TRITICALE

As características físicas (Figura 4) e a composição química proximal (Tabela 1) dos grãos de triticale são, em geral, intermediárias entre as duas espécies parentais: trigo e centeio.

Figura 4 - Espigas de triticale, trigo e centeio



Fonte: FONTANELI; SANTOS; FONTANELI, 2012.

Fisicamente, o triticale se assemelha mais ao trigo que ao centeio em termos de tamanho, forma e cor dos grãos. No entanto, os grãos de triticale são geralmente maiores e mais longos do que os grãos de trigo e apresentam diâmetro maior que os de centeio. As cultivares brasileiras são aristadas, de coloração clara e com pilosidade nas glumas e no ráquis (BAIER et al., 1994).

Uma das características que tornou o triticale uma cultura interessante como substituto ou complemento de outros cereais na alimentação humana ou animal é a sua qualidade nutricional: melhor balanço de aminoácidos e, em particular, seu elevado conteúdo de lisina, principal aminoácido limitante em grãos de cereais. (VARUGHESE; BAKER; SAARI, 1987).

Oliveira e Roman (2013) classificaram a lisina como um aminoácido essencial e, portanto, não pode ser sintetizado pelo indivíduo, devendo ser adquirido por meio da dieta. Nesse sentido, como os grãos de cereais são a principal fonte de alimento da população mundial (FAO, 2016), a inclusão do triticale na alimentação humana possibilita um incremento na ingestão de lisina. Quanto à sua funcionalidade, Tomé e Bos (2007) afirmaram que a principal atuação da lisina no organismo é a síntese

proteica. Crill e Helms (2007) também relataram que, juntamente com a metionina (outro aminoácido essencial), a lisina é um importante precursor da carnitina, cofator fundamental para o metabolismo dos ácidos graxos de cadeia longa.

Tabela 1 - Composição química proximal (g/100g) e de aminoácidos essenciais (g/16g N) dos grãos de triticales, trigo e centeio

Determinações	Trigo	Triticale primavera	Triticale inverno	Centeio
Umidade	12,9	10,6	10,0	12,7
Cinzas	1,7	2,0	1,8	2,0
Lipídios totais	1,8	1,5	1,6	1,4
Proteína bruta	13,8	13,1	11,7	9,4
Carboidratos totais	69,8	72,8	74,9	74,5
Aminoácidos essenciais				
Lisina	2,24	2,93	3,05	3,05
Metionina	1,19	1,38	1,52	0,96
Cistina	1,76	1,49	1,76	2,25
Treonina	2,67	2,78	3,24	2,86
Isoleucina	3,22	3,16	3,29	3,01
Triptofano	0,96	1,01	0,99	0,61
Valina	4,71	4,53	4,52	4,26
Leucina	6,05	5,79	5,89	5,24
Histidina	3,40	2,35	2,64	2,38
Fenilalanina	4,47	4,04	4,36	4,14
Tirosina	1,64	1,11	1,62	0,97

Fonte: KOWIESKA; LUBOWICKI; JASKOWSKA, 2011.

Novas descobertas indicaram ainda que o triticales apresenta melhor balanço mineral que o trigo, maior proporção de fibra solúvel e compostos fenólicos com atividade antioxidante, como o ácido ferúlico, proantocianidinas e lignanas (HOSSEINIAN; MAZZA, 2009; RAKHA; ÅMAN; ANDERSSON, 2011).

3.5 UTILIZAÇÃO DO TRITICALE NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Os triticales produzidos no início da década de 70 apresentavam baixos rendimentos de moagem e qualidade de panificação inferior, devido às características desfavoráveis como grãos enrugados, reduzida quantidade e qualidade de glúten, além dos altos níveis de atividade de alfa-amilase. Desta forma, apesar de o triticales apresentar vantagens nutricionais, não teve a aceitação esperada por parte dos moinhos e da indústria de panificação, uma vez que para a produção de alimentos voltados ao consumo humano, a funcionalidade dos componentes químicos dos grãos

é um ponto crítico, especialmente quando se trata de alimentos industrializados (VARUGHESE; BAKER; SAARI, 1987; BAIER et al., 1994; PEÑA, 2004).

Um dos principais fatores responsáveis pela baixa qualidade de panificação do triticales é em relação à sua capacidade de formação de glúten. Contudo, essa deficiência pode ser superada por meio de manipulações cromossômicas. Estudos realizados por Matějková e colaboradores (2009) mostraram que é possível melhorar as características de panificação do triticales por meio da indução de translocações envolvendo o cromossomo 1DL do trigo hexaploide, que transporta os genes que codificam subunidades de alto peso molecular denominada 5 + 10, afetando positivamente a qualidade de panificação.

Outro fator importante em relação à sua composição química é a elevada atividade da enzima α -amilase, que faz com que os grãos tenham tendência a brotar no período pré-colheita, limitando sua utilização na produção de alimentos. Especialmente para a panificação, Peña (2004) afirmou que a alta atividade enzimática influencia negativamente nas propriedades funcionais do amido e conseqüentemente, tem efeitos deletérios na massa formada. No entanto, segundo o mesmo autor, essa tendência do triticales em apresentar alta atividade de α -amilase é interessante para a produção de malte ou como aditivo na indústria de alimentos. Blanchflower e Briggs (1989) produziram cerveja a partir do malte de triticales e o único inconveniente observado foi o fato de o triticales apresentar atividade proteolítica relativamente alta, ocasionando grande quantidade de proteína solubilizada, o que poderia causar turbidez e aumento da viscosidade da cerveja.

Dennett, Wilkes e Trethowan (2013) relataram que o triticales apresenta grande variabilidade genética para a atividade de α -amilase e tolerância à germinação pré-colheita. Com isso, utilizando a seleção de cultivares e o cruzamento entre os mesmos, é possível desenvolver genótipos tolerantes à germinação pré-colheita e com atividade enzimática adequada ao uso final.

Apesar das características tecnológicas indesejáveis, a utilização do triticales na indústria alimentícia vem crescendo, especialmente em substituição ao trigo branco na elaboração de produtos que não necessitam de elevada força de glúten como biscoitos, bolos, bolachas, *waffles*, panquecas, macarrão, pizzas e *tortillas*, sem modificações nos métodos de processamento. Os grãos também estão sendo utilizados em produtos multigrãos, cereais matinais e como substrato para malteação e fermentação de bebidas (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2004). Para a produção de

pães tipo forma, existem exemplares de triticales com glúten de qualidade comparável à do trigo. No entanto, são necessárias alterações no processamento, como mistura mais lenta, tempo de fermentação reduzido e menor adição de água (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989).

Diante dos estudos realizados, somados ao valor nutricional, as vantagens agronômicas e as melhorias constantes em termos tecnológicos, o triticales tem potencial para se firmar comercialmente como um cereal alternativo ao trigo na indústria de alimentos, auxiliando a superar os desafios da produção de alimentos do século XXI (PATTISON, 2013).

4 BISCOITOS

A palavra biscoito deriva do latim: *panis biscoctus*, uma referência ao pão cozido duas vezes, muito popular nas viagens marítimas da Idade Média. Preparado com água e farinha, era um produto pouco atrativo, mas com vida de prateleira estendida devido à baixa umidade, ideal para as longas viagens (MANLEY, 2000).

A formulação dos biscoitos tem como base farinha de cereais, à qual são adicionados gorduras, açúcares e outros ingredientes, possibilitando a elaboração de produtos com diferentes texturas, sabores e aparência. Diante dessa diversidade de características, o termo biscoito se torna abrangente e sua definição varia de país para país. Nos Estados Unidos são conhecidos como *cookies* (originário da palavra holandesa *koekje* que significa um pequeno bolo), *crackers* (biscoitos salgados de espessura fina) ou *wafers*, produzidos com uma massa fluida assada entre duas chapas quentes. Na Inglaterra por sua vez, o termo *biscuit* (biscoito) é utilizado de forma genérica (MANLEY, 2000; GWIRTZ; WILLYARD; MCFALL, 2006).

No Brasil, o biscoito, também conhecido como bolacha, é definido como o produto obtido de farinhas, amidos e ou féculas misturados a outros ingredientes e submetido ao processo de amassamento e cocção. Pode ser fermentado ou não e apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

Devido à grande variedade, existem muitas formas de especificar os biscoitos: de acordo com os ingredientes que o caracterizam ou forma de apresentação (maisena, rosquinha, palito), por meio da textura e dureza (*crackers* e *cookies*), pelo método de formação da massa (fermentado, laminado, extrusado, estampado, enformado), ou ainda, de acordo com a necessidade de processamento secundário após o assamento, como no caso dos recheados e revestidos (MANLEY, 2001; BRASIL, 2005).

4.1 MERCADO BRASILEIRO DE BISCOITOS

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados (ABIMAPI), a indústria brasileira de biscoitos dispõe de um parque industrial moderno e vem se expandindo, lançando constantemente novos produtos e ampliando a oferta com opções mais saudáveis. Em 2015 houve crescimento em torno de 10,0% no faturamento do setor em relação

ao exercício anterior (Tabela 2). No entanto, o volume comercializado teve acréscimo de apenas 2%, o que demonstra, salvo alguns reajustes pontuais de preços, um aumento na preferência do consumidor por versões de maior valor agregado como os *cookies*, muito apreciado pelos norte-americanos e que recentemente conquistaram também o paladar dos brasileiros (ABIMAPI, 2015).

Tabela 2 - Indicadores nacionais do mercado de biscoitos

Índices	Unidades	2011	2012	2013	2014	2015
Vendas	Bilhões R\$	14,197	15,782	17,770	19,641	21,043
	Mil toneladas	1.614,738	1.676,498	1.706,856	1.701,967	1.732,013
Consumo per capita	Kg/ano	8,18	8,41	8,49	8,39	8,47

Fonte: ABIMAPI, 2016.

Em relação ao consumo per capita, dados da ABIMAPI revelaram que em 2015 o brasileiro consumiu aproximadamente 8,4 kg de biscoitos (Tabela 2). Se compararmos este consumo ao de nossos vizinhos argentinos, os quais consomem anualmente 12,44 kg/habitante, verifica-se que o mercado doméstico ainda tem grande potencial de expansão (ABIMAPI, 2016). A indústria brasileira segmenta o mercado de biscoitos em doze classes segundo o ingrediente característico, forma de apresentação ou origem conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Venda de biscoitos de acordo com o segmento

Segmento	Volume comercializado (mil toneladas)				
	2011	2012	2013	2014	2015
Recheado	444,69	448,55	458,83	449,79	454,26
Água e Sal/ Cream Cracker	343,94	368,60	364,66	353,86	361,43
Secos/Doces Especiais	256,15	253,28	261,73	270,84	273,78
Maria / Maisena	182,25	190,05	191,35	192,74	206,35
Salgado	138,59	145,78	146,26	150,41	147,07
Waffer	132,55	138,67	137,59	132,63	132,46
Rosquinha	80,59	92,48	101,76	101,78	106,72
Cookie	15,91	18,75	24,37	30,15	31,15
Misturado	6,69	6,30	6,26	6,35	6,25
Coberto / Palito	5,83	6,20	6,37	5,89	5,37
Champagne	5,79	5,51	5,32	4,93	4,75
Importados	1,76	2,34	2,35	2,60	2,41
Biscoitos (mil toneladas)	1.614,74	1.676,50	1.706,86	1.701,97	1.732,01

Fonte: ABIMAPI, 2016.

Dentre os diferentes segmentos, os recheados são preferência nacional, perfazendo 26% do volume de biscoitos comercializados em 2015, seguidos dos *cream crackers* e água e sal, que totalizaram 21% do volume de vendas no mesmo período (ABIMAPI, 2016).

4.2 BISCOITOS TIPO COOKIE

Os biscoitos tipo *cookie* são, na verdade, uma versão de bolo em tamanho reduzido, onde a diferença é o menor conteúdo de umidade (SUAS, 2008). Surgiram na Holanda, onde o hábito de testar a temperatura do forno antes de assar bolo, colocando pequenas porções da massa, acabou criando os *koekjes* ou pequenos bolos. Mais tarde, estes foram introduzidos na América por colonizadores holandeses. No final do século XIX e início do século XX, os americanos incrementaram a massa dos *koekjes* acrescentando pedaços de chocolates meio amargo e aveia, por exemplo, dando origem aos famosos *chocolate chip cookies* e *oatmeal cookies* (BAGGETT, 2001; BASTIN, 2016).

Os *cookies* merecem destaque no mercado brasileiro de biscoitos, pois apesar do pequeno volume de vendas, apresentou em 2014, crescimento de aproximadamente 25% em relação ao período anterior, muito superior aos outros segmentos. Seu sucesso entre os consumidores está relacionado principalmente à sua versatilidade de ingredientes, onde nos últimos anos, têm-se investido na adição de cereais e ingredientes funcionais, focados na saudabilidade (ABIMAPI, 2016).

4.2.1 Ingredientes utilizados na produção de biscoitos tipo *cookie*

A textura dos *cookies* pode ser macia, dura, quebradiça, leve ou densa. Além disso, existe uma infinidade de combinação de sabores. Essa diversidade de texturas e sabores é decorrente dos diferentes ingredientes complementares incorporados à formulação básica, composta de gorduras, farinhas, açúcares e ovos. Os ingredientes complementares (chocolate em gotas ou pedaços, nozes, castanhas, flocos de aveia e frutas secas) não possuem função estrutural e geralmente são acrescentados no final do processamento (SUAS, 2008).

Os ingredientes utilizados na formulação dos *cookies* podem ser classificados em dois grupos: amaciadores e estruturadores. A combinação de ambos desempenha

papel importante na formação de suas características, tais como maciez, fraturabilidade, mastigabilidade, crocância e expansão. Os ingredientes estruturadores principais são a farinha, ovos, leite, água e sal. Já os amaciadores consistem em açúcar, gorduras, gemas e fermentos. Outros ingredientes ainda podem ser adicionados, tais como: malte, enzimas, corantes, micronutrientes e substâncias aromatizantes, além de alguns melhoradores, emulsificantes ou conservantes para melhorar as características do produto final (MORETTO; FETT, 1999; SUAS, 2008).

A principal farinha empregada na produção de *cookies* e biscoitos em geral é a de trigo. Sua importância como ingrediente estruturador está relacionada ao seu conteúdo de proteínas que, quando hidratadas, promovem a formação do glúten. O tipo de farinha apropriada depende do tipo de biscoito a ser elaborado. Na indústria, geralmente são empregadas farinhas com baixo conteúdo proteico (7% a 12%), pois farinhas com elevado teor de proteínas podem ocasionar miolo com textura áspera e fissuras na superfície (SUAS, 2008).

A água é essencial para dissolver componentes solúveis e promover a hidratação da farinha e formação do glúten. O sal por sua vez, incrementa a força de glúten e potencializa o sabor. No caso dos *cookies*, entretanto, a quantidade de água adicionada à formulação é pequena, assim como o sal, desenvolvendo minimamente o glúten. As proteínas presentes nos ovos contribuem para dar volume, enquanto as proteínas do leite auxiliam na estrutura dos *cookies* devido à capacidade de ligação das mesmas com a água e promove a coloração da crosta (MORETTO; FETT, 1999; SUAS, 2008).

O açúcar é um importante componente da formulação por fornecer não somente a doçura e sabor, mas também pelo efeito sobre a cor, textura, expansão e aparência global do produto. A granulometria do açúcar exerce influência sobre as características dos *cookies* sendo que a maciez e maior expansão estão relacionadas à granulometria grosseira enquanto a granulometria fina resulta em *cookie* mais resistente e de menor expansão (MORETTO; FETT, 1999).

A gordura é um dos componentes mais importantes e mais caros na formulação de *cookies* e tanto a quantidade quanto o tipo de gordura influencia na qualidade do produto final. A manteiga e gordura vegetal são as mais utilizadas na produção industrial. Como a manteiga tem um custo mais elevado, costuma ser substituída por margarina ou gordura vegetal quando não há grande contribuição da manteiga na questão de sabor do produto. A gordura tem como função, além de

amaciante, proporcionar aroma, sabor, lubrificação da massa, expansão e em alguns casos pode funcionar como agente de crescimento pela retenção de ar. (MORETTO; FETT, 1999).

Os fermentos, também conhecidos como agentes químicos de crescimento, agem como amaciadores devido à formação de dióxido de carbono durante o cozimento, o qual promove o crescimento e conseqüentemente uma textura macia. O bicarbonato de sódio e fermento em pó de dupla ação (composto por uma mistura de bicarbonato de sódio, um ácido de ação rápida, um ácido de ação lenta e amido de milho) são os agentes de crescimento mais utilizados nas formulações de *cookies*. Quando o ácido presente no fermento químico é aquecido, reage com o bicarbonato de sódio e inicia-se a liberação de dióxido de carbono. Na utilização de um fermento de dupla ação, a liberação de dióxido de carbono ocorre em dois estágios: primeiramente quando é adicionado à mistura e posteriormente, quando é submetido ao aquecimento. O bicarbonato de sódio é utilizado sozinho apenas em formulações contendo ingredientes ácidos como coalhada, suco de limão ou creme de leite, pois o bicarbonato de sódio necessita de um componente ácido para que ocorra a reação de liberação de CO₂ (MORETTO; FETT, 1999; SUAS, 2008)

4.3 PRODUÇÃO DE BISCOITOS

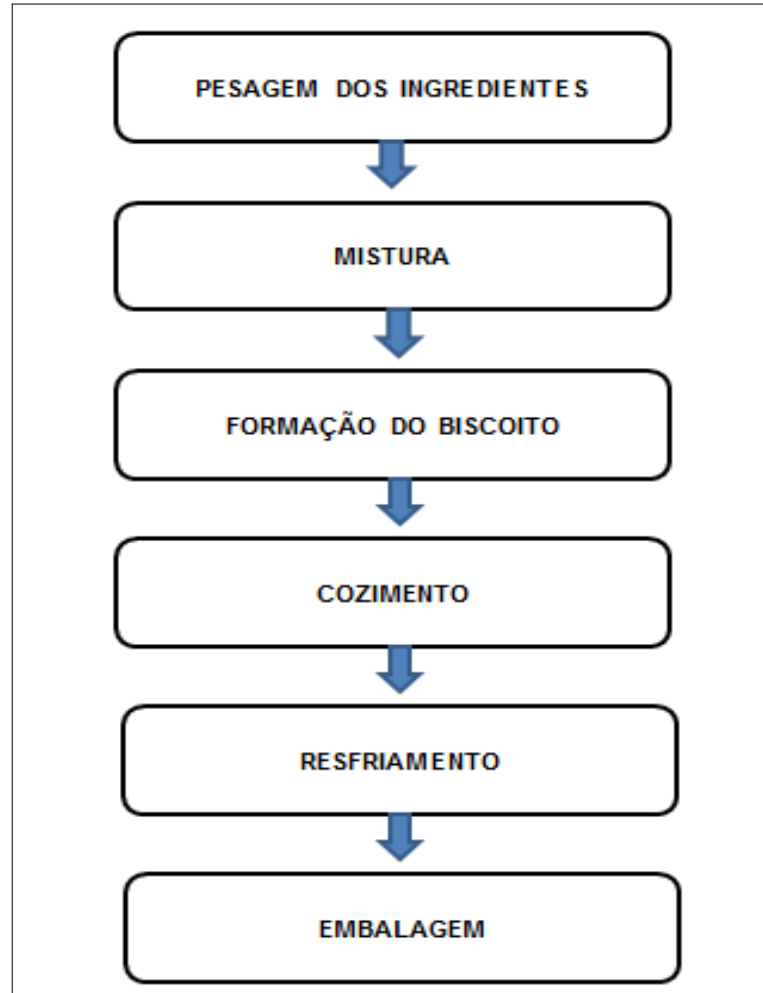
A produção de biscoitos (Figura 5) consiste basicamente na pesagem dos ingredientes, mistura, formação do biscoito, cozimento, resfriamento e empacotamento e dependendo do tipo de biscoito que se deseja produzir, algumas dessas etapas são diferenciadas e específicas (MORETTO; FETT, 1999).

A pesagem dos ingredientes é provavelmente a área mais importante no controle do processamento de biscoitos. Falhas na medição podem comprometer todo o processamento. Em grande parte das indústrias, os ingredientes são pesados por meio da combinação de processos automáticos e manuais, sendo estes últimos empregados em ingredientes adicionados em pequenas quantidades às formulações (MORETTO; FETT, 1999; MANLEY, 2000).

A mistura tem as funções de homogeneizar os ingredientes, dispersar soluções de um sólido em um líquido, aerar a massa, reduzindo sua densidade e dependendo do tipo de biscoito, desenvolver o glúten. Para a realização desta etapa, existem diferentes misturadores: o horizontal (pode ser de braço simples, duplo ou de

alta velocidade); o de haste vertical (de duas ou três hastes); o tipo batedor (vertical ou horizontal) e o misturador contínuo (MORETTO; FETT, 1999).

Figura 5 - Fluxograma do processamento de biscoito



Fonte: MORETTO; FETT, 1999.

Dentre os misturadores citados, o tipo horizontal de braço simples é adequado para quase todos os tipos de massa, enquanto o horizontal de braço duplo é mais utilizado para o estágio de creme e na homogeneização do recheio de biscoitos sanduíche. Misturadores verticais são mais utilizados para a produção de biscoitos *crackers*, amanteigados, cortados por fio, depositados e estampados. O misturador tipo batedor não é muito utilizado para preparo da massa, mas sim para cremes e recheios. O misturador contínuo por sua vez, é formado de um pequeno misturador por batelada, onde ocorre a pré-mistura dos ingredientes, os quais são posteriormente conduzidos a uma rosca sem fim. A alimentação no misturador por batelada é

contínua, de modo que o fluxo da massa que sai da rosca também seja contínuo (MORETTO; FETT, 1999).

Além da diferenciação em relação ao tipo de misturador, existem métodos distintos, sendo que Moretto e Fett (1999) apontam três métodos principais:

a) Método creme - consiste em realizar uma pré-mistura de açúcar, gordura, ovos ou leite e xarope, formando um creme para posteriormente adicionar a farinha. Este método pode ser realizado em dois ou três estágios dependendo da ordem em que os ingredientes são adicionados;

b) Método de um estágio - os ingredientes são adicionados de uma só vez;

c) Método de dois estágios - aplicado a massas feitas por aeração química, onde primeiramente se misturam a gordura, açúcar, xaropes, farinha e acidulante para posteriormente se acrescentar água e/ou leite, sal e agente alcalino. Massas fermentadas também são produzidas segundo este método, pois inicialmente é preparada uma esponja com farinha, fermento e enzimas, a qual é fermentada e após adicionam-se o restante dos ingredientes.

As formulações para produção de *cookies* são ricas em gordura e açúcares e contém pequena quantidade de água. A massa tem consistência macia e quebra facilmente quando se tenta esticá-la, uma vez que o glúten praticamente não se desenvolve. Para a mistura desse tipo de massa, utiliza-se o método creme, pois é necessário, primeiramente, formar uma emulsão com a gordura e a água, para posteriormente, misturá-los rapidamente à farinha, evitando a hidratação das proteínas e, conseqüentemente, o desenvolvimento do glúten (MANLEY, 2001).

Após a mistura, a massa segue para a etapa de formação dos biscoitos, dada de acordo com o tipo do produto conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Métodos de formação de biscoitos

Método de formação	Exemplo dos produtos
Prensa Estampadora	Soda, Cream Cracker, biscoitos semiduros (Maria, maisena, etc).
Corte por rolos	Biscoitos amanteigados, recheados tipo sanduíche, <i>shortbread</i> , etc.
Corte por arame	<i>Wafers</i> , biscoitos extrusados.
Depósito	<i>Wafers</i> , biscoito <i>champagne</i> , estrela, etc.

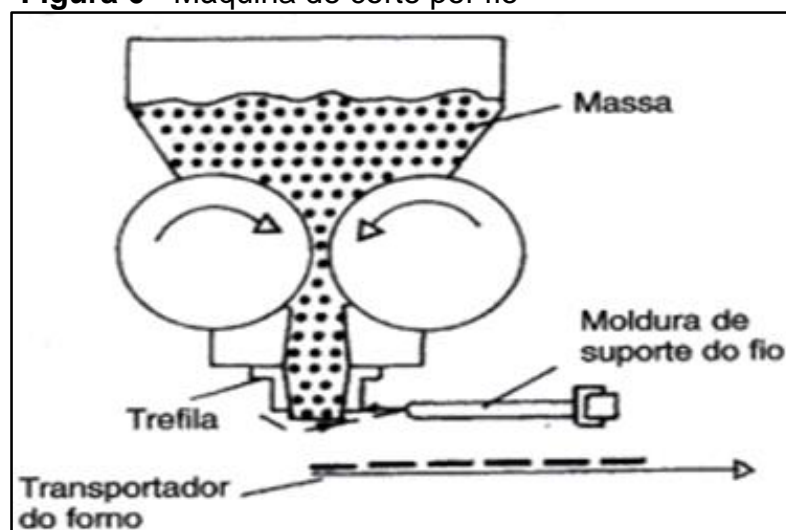
Fonte: MORETTO; FETT (1999).

Para a formação de biscoitos tipo *cookie*, Manley (2001) afirma que o sistema de corte por arame (*wire-cut*) é o mais utilizado. Segundo o autor, este sistema

proporciona formato irregular aos biscoitos, os quais se assemelham aos produtos artesanais e por isso são mais atrativos ao consumidor.

O equipamento utilizado no sistema de corte por arame (Figura 6) trabalha massas de consistência variada, que vão desde macias como bolo até massas mais rígidas, contudo, todas devem ser facilmente moldáveis. Nesse sistema, a massa é formada por dois rolos corrugados que giram no mesmo sentido e velocidade, sendo empurrada contra uma matriz. Arames localizados na saída da matriz cortam a massa em unidades, as quais são depositadas sobre uma esteira que passa logo abaixo (MORETTO; FETT, 1999).

Figura 6 - Máquina de corte por fio



Fonte: MORETTO; FETT, 1999.

Para a etapa de cozimento dos biscoitos em nível industrial, fornos de túnel, que possuem pelo menos duas zonas com sistemas de aquecimento controlados de forma independente são os mais utilizados, sendo o processo contínuo. Já em padarias, os fornos estáticos são comumente empregados e, neste caso, não é possível alterar as condições de aquecimento durante o tempo de cozedura e o sistema é por batelada. O cozimento envolve três grandes mudanças na massa para que esta se transforme em um biscoito: aumento do volume; desenvolvimento de coloração na superfície (devido principalmente à reação de Maillard); além de uma significativa redução na umidade (MANLEY, 2001).

Ao ser introduzida no forno quente, a massa moldada aumenta sua temperatura até 40°C, quando a gordura presente começa a derreter. À medida que a massa vai sendo aquecida, os agentes de crescimento começam a agir (em torno

de 60°C), liberando o dióxido de carbono e provocando sua expansão. Posteriormente, quando atinge 80 a 100°C começa a ocorrer a gelatinização do amido presente na farinha e as proteínas desnaturam, provocando a rigidez da massa. Acima de 100°C inicia-se a etapa de secagem e desenvolvimento de coloração (TOWNSEND, 2001).

Ao sair do forno, os biscoitos são transferidos para uma esteira transportadora, a qual circula por um determinado trajeto, até que os biscoitos esfriem por completo e percam a umidade restante. Caso a fase de resfriamento não seja bem feita, pode ocorrer o fenômeno do *crecking* ou quebra. Após resfriarem completamente, os biscoitos seguem para a etapa de embalagem (MORETTO; FETT, 1999; TOWNSEND, 2001).

Importante não só por conter o biscoito, mas também por preservá-lo, a embalagem atua como barreira contra fatores responsáveis pela deterioração química, física e microbiológica. Devido à fragilidade, os *cookies* necessitam de embalagens rígidas para que não ocorra movimentação e quebra durante a comercialização. Também são produtos com baixa atividade de água e por isso as embalagens devem ser impermeáveis à umidade ambiente para que não haja modificações na textura. Além dos aspectos de conservação, as embalagens devem ser atrativas ao consumidor e fornecer informações adequadas como ingredientes utilizados, informação nutricional, peso e prazo de validade (TOWNSEND, 2001).

4.4 USO DA FARINHA DE TRITICALE EM BISCOITOS TIPO *COOKIE*

Dentre as farinhas de cereais, a do trigo é a mais utilizada na elaboração de produtos de panificação e confeitaria, principalmente em razão da sua capacidade de formação de glúten, responsável pelas propriedades funcionais da farinha. Entretanto, apesar da qualidade tecnológica, o trigo é considerado um cereal nutricionalmente pobre (PALLARÉS; LEÓN; ROSSEL, 2007; SABANIS; TZIA, 2009).

A substituição da farinha de trigo por farinhas de outros cereais possibilita melhora na qualidade nutricional dos produtos finais, satisfazendo a demanda atual dos consumidores por alimentos mais nutritivos e saudáveis. Além disso, em países que não são autossuficientes na produção de trigo como o Brasil, a substituição da farinha de trigo por farinhas alternativas permite minimizar o impacto econômico

negativo das importações de grandes volumes do cereal na balança comercial (STALLKNECHT; GILBERTSON; RANNEY, 1996).

De acordo com El Dash e Germani (1994), produtos com incorporação de farinhas alternativas costumam ter boa aceitação pelos consumidores, contanto que estejam habituados a consumi-los, sejam de boa qualidade, sensorialmente agradáveis e com preço competitivo ao do produto convencional. Assim, para que o triticales possa substituir o trigo com sucesso na elaboração de biscoitos, a substituição não deve afetar a qualidade do produto final nem exigir grandes modificações no processamento (EL DASH; GERMANI, 1994).

Devido à reduzida quantidade de glúten presente na farinha de triticales, esta poderia ser empregada como alternativa à farinha de trigo na elaboração de biscoitos, especialmente *cookies*, pois segundo Manley (2001), estes produtos contêm grande quantidade de gordura, açúcar e reduzida quantidade de água, o que impede a formação de glúten.

5 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é uma ciência multidisciplinar onde os avaliadores utilizam a complexa interação dos sentidos da visão, olfato, tato, gosto e audição para medir as características sensoriais e a aceitabilidade de diferentes produtos. Não há nenhum outro instrumento capaz de reproduzir ou substituir a resposta humana e, portanto, é uma ferramenta essencial em qualquer estudo relacionado aos alimentos (DUTCOSKY, 2007).

Dentro da análise sensorial, os métodos afetivos são utilizados como forma de mensurar o quanto uma população gostou de um determinado produto para avaliar a preferência ou aceitabilidade. No teste de preferência, o provador tem uma escolha: um produto deve ser escolhido em detrimento de um ou mais produtos. Na aceitação, os provadores avaliam o quanto gostaram do produto em uma escala e pode ser realizada em produtos individuais, não necessitando de uma comparação com outro (LAWLESS; HEYMANN, 1999).

A determinação precisa da aceitação de um produto por parte do consumidor é crucial no seu processo de desenvolvimento. Em nível industrial (pesquisa e desenvolvimento), essa determinação é feita geralmente por pequenos painéis de avaliadores treinados. Em se tratando de marketing, amostras representativas de consumidores são utilizadas para a avaliação. Em ambos os casos, o objetivo é transformar sentimentos do avaliador ou consumidor em relação a um produto em uma representação numérica, medida por uma escala, de preferência (hedônica), que pode ser analisada estatisticamente (PEARCE; KORTH; WARREN, 1986).

As escalas hedônicas podem ser classificadas em estruturadas, não estruturadas e híbridas. Na estruturada, os intervalos são associados a números e/ou termos afetivos, na não estruturada, a linha é ancorada por expressões quantitativas nas extremidades e a híbrida por sua vez, combina a estruturada e não estruturada por meio de uma escala linear, composta por 10 pontos, ancorada no centro e nos extremos, com anotações verbais e numéricas. Dentre as três escalas citadas, a híbrida vem sendo amplamente utilizada, tanto pelo maior poder discriminativo como pela normalidade e homocedasticidade dos dados, adequados para o modelo estatístico de Análise Normal de Variância, ANOVA (VILLANUEVA; PETENATE; SILVA, 2005).

REFERÊNCIAS

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. **Anuário ABIMAPI 2015**. Disponível em: <http://www.abimapi.com.br/cloud/ABIMAPI_ANUARIO_2015.pdf>. Acesso em: ago. 2016.

_____. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados **Estatísticas: Biscoitos**. Disponível em: <<http://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>>. Acesso em: out. 2016.

AMMAR, Karin; MERGOUM, Mohamed; RAJARAM, Sanjaya. The history and evolution of triticale. In: MERGOUM, Mohamed; GÓMEZ-MACPHERSON, Helena. **Triticale improvement and production**. Rome: FAO, 2004. p. 1 - 10.

ARENDT, Elke K.; ZANNINI, Emanuele. **Cereal grains for food and beverage industries**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2013. p. 201 - 209.

BAGGETT, Nancy. **The All-American Cookie Book**. New York: Rux Martin/Houghton Mifflin Harcourt, 2001. p. IX - XVI.

BAIER, Augusto C. et al. **Triticale: cultivo e aproveitamento**. Passo Fundo: EMBRAPA, 1994. 72 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/813407/1/CNPTDOCUMENTO19TRITICALECULTIVOAPROVEITAMENTOLV200801172.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2016.

BASTIN, Sandra. **Cookies**. Disponível em: <https://fcs-hes.ca.uky.edu/sites/fcs-hes.ca.uky.edu/files/2ssc_cookiepub.pdf>. Acesso em: 19 set. 2016.

BLANCHFLOWER, Andrea J.; BRIGGS, Dennis E. **The malting of triticale**. Home-Grown Cereal Authority. 1989. Disponível em: <http://www.hgca.com/media/399634/project_report_19.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria colegiada - 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, 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18822&word>>. Acesso em: 20 out. 2016.

CANTALE, Cristina et al. Triticale for Bioenergy Production. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 8, p. 609 – 616, 2016.

CARVALHO, Fernando I. F.; NASCIMENTO JUNIOR, Alfredo do; PIANA, Cleusa F. B. Triticale. In: BARBIERI, Rosa L.; STUMPF, Elisabeth R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 853 - 890.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_10_47_56_triticaletriticale.xls>. Acesso em 20 set. 2016.

CRILL, Catherine M.; HELMS, Richard A. The use of carnitine in pediatric nutrition. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 22, n. 2, p. 204 - 213, 2007.

DE MORI, Claudia; NASCIMENTO JUNIOR, Alfredo do; MIRANDA, Martha Z. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura de triticales no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, 2014. 23 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do150.htm>. Acesso em: 14 ago. 2016.

DENNETT, Angela L.; WILKES, Meredith A.; TRETOWAN, Richard M. Characteristics of modern triticales quality: the relationship between carbohydrate properties, α -Amylase activity, and falling number. **Cereal Chemistry**, v. 90, n. 6, p. 594 - 600, 2013.

DUTCOSKY, Silvia. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.

EL DASH, Ahmed; GERMANI, Rogério. **Tecnologia de farinhas mistas**: uso de farinhas mistas na produção de biscoitos. Brasília: EMBRAPA. 1994.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 20 out. 2016.

FONTANELI, Roberto. S.; SANTOS, Henrique P.; FONTANELI, Renato, S. Gramíneas forrageiras anuais de inverno -Triticales. In: FONTANELI, Roberto. S.; SANTOS, Henrique P.; FONTANELI, Renato, S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA. p. 158 - 173.

GWIRTZ, J. A.; WILLYARD, M. R.; MCFALL. Wheat flour products in north America. In: POPPER, L.; SCHÄFER, W.; FREUND, W. **A Compendium of Flour Improvement**. Eisenberg: Agrimedia GmbH. 2006. p. 295 - 308.

HOSSEINIAN, Farah S.; MAZZA, Giuseppe. Triticales bran and straw: Potential new sources of phenolic acids, proanthocyanidins, and lignans. **Journal of Functional Foods**, v. 1, p. 57 - 64, 2009.

HUBNER, Otmar. **Triticales**. Análise da conjuntura agropecuária safra 2007/08. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná, 2008. Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/Triticales%20an%C3%A1lise%20paran%C3%A1.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2016.

KOWIESKA, Agnieszka; LUBOWICKI, Roman; JASKOWSKA, Izabela. Chemical composition and nutritional characteristics of several cereal grain. **Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica**, v. 10, n. 2, p. 37 - 50, 2011.

LAWLESS, Harry T.; HEYMANN, Hildegard. Acceptance and preference testing. In: _____. **Sensory Evaluation of Food**. New York: Springer Science and Business Media, 1999. p. 430 - 479.

MANLEY, Duncan. **Technology of biscuits, crackers and cookies**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2000. 499 p.

_____. **Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. p. 7- 20.

MARCINIAK, Aleksandra; OBUCHOWSKI, Wiktor; MAKOWSKA, Agnieszka. Technological and nutritional aspects of utilization triticale for extruded food production. **Food Science and Technology**, vol. 11, p. 3 - 7, 2008.

MATĚJKOVÁ, Pavlína et al. Parameters of newly developed lines of triticale selected for improved bread-making quality. **Acta fytotechnica et zootechnica**, 2009. p. 414 - 422.

MELLADO, Mario Z.; MATUS, Iván T.; MADARIAGA Ricardo B. **Antecedentes sobre el triticale en Chile y otros países**. Chillán: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2008. 74p.

MERGOUM, Mohamed et al. Triticale crop improvement: the CIMMYT Programme. In: MERGOUM, Mohamed; GÓMEZ-MACPHERSON, Helena. **Triticale improvement and production**. Rome: FAO, 2004. p. 11 - 26.

MORETTO, Eliane; FETT, Roseane. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela. 1999. 97 p.

NASCIMENTO JUNIOR, Alfredo et al. Triticale in Brazil. In: MERGOUM, Mohamed; GÓMEZ-MACPHERSON, Helena. **Triticale improvement and production**. Rome: FAO, 2004. p. 93 - 98.

NASCIMENTO JUNIOR, Alfredo do; BIANCHIN, Vânia. **Triticale**: situação atual mundial e brasileira. In: Reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticale, 2008. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2008. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/851661>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Food and feed uses. In: National Research Council. **Triticale**: Promising Addition to the World's Cereal Grains. Washington: National Academy Press, 1989. p. 42 - 54.

OETTLER G. The fortune of a botanical curiosity – Triticale: past, present and future. **The Journal of Agricultural Science**, v.143, p. 329 - 346, 2005.

OLIVEIRA, Ana F. de; ROMAN, Janesca A. Proteínas. In: OLIVEIRA, Ana F. de; ROMAN, Janesca A. **Nutrição para tecnologia e Engenharia de Alimentos**. Curitiba: CRV, 2013, p. 79 - 98.

PALLARÉS, Manuel G.; LEÓN, Aberto E.; ROSELL, Cristina M. Trigo. In: LEÓN, Alberto E.; ROSELL, Cristina M. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica**. 1 ed. Córdoba: Hugo Báez Editor, 2007. p. 17 - 72.

PAREYT, Bran; Delcour, Jan A. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 9, p. 824 - 839, 2008.

PATTISON, Angela L. **Genetic improvement of grain quality for bread making in triticale**. 2013.159 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Sydney. 2013.

PEARCE, Jaqueline H.; KORTH, Bruce; WARREN, Craig B. Evaluation of three scaling methods for hedonics. **Journal of Sensory Studies**, v. 1, p. 27 - 46, 1986.

PEÑA, Roberto J. Food uses of triticale. In: MERGOUM, Mohamed; GÓMEZ-MACPHERSON, Helena. **Triticale improvement and production**. Rome: FAO, 2004. p. 37 - 48.

RAKHA, A.; ÅMAN, P.; ANDERSSON, R. Dietary fiber in triticale grain: variation in content, composition, and molecular weight distribution of extractable components. **Journal of Cereal Science**, v. 54, p. 324 - 331, 2011.

SABANIS, Dimitrius; TZIA, Constantina. Effect of Rice, Corn and Soy Flour Addition on Characteristics of Bread Produced from Different Wheat Cultivars. **Food Bioprocess Technology**, v. 2 p. 68 - 79, 2009.

SALMON, Donald F.; MERGOUM, Mohamed; GOMEZ-MACPHERSON, Helena. Triticale production and management. In: MERGOUM, Mohamed.; GÓMEZ-MACPHERSON, Helena. **Triticale Improvement and Production**. Rome: FAO, 2004. p. 27 - 36.

SUAS, Michel. Cookies. In: SUAS, Michel. **Advanced bread and pastry**. New York: Delmar Cengage Learning.2008. p. 401 - 441.

STALLKNECHT, G. F.; GILBERTSON, K. M.; RANNEY, J. E. Alternative wheat cereals as food grains: einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. In: JANICK, Jules. **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press, 1996. p. 156 - 170.

TOMÉ, Daniel; BOS, Cécile. Lysine Requirement through the Human Life Cycle. **The Journal of Nutrition**, vol. 137, n. 6, p. 1642S - 1645S, 2007.

TOWNSEND, G. M. Productos de confitería. In: DENDY, David A. V.; DOBRASZCZYK, Bogdan J. **Cereales y productos derivados: química y tecnología**. Zaragoza: Acibria, 2001. p. 285 - 310.

VARUGHESE, G.; BARKER, T.; SAARI, E. **Triticale**. México: CIMMYT, 1987. 32 p.

VILLANUEVA, Nilda D. M.; PETENATE, Ademir J.; SILVA, Maria A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic,

selfadjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v. 16, p. 691 - 703, 2005.

WOLFF, A. **Wheat x rye** = triticales. México: CIMMYT, 1976. 16 p.

ZEČEVIĆ Vaselinka et al. Effect of nitrogen and ecological factors on quality of winter triticales cultivars. **Genetika**, v. 42, n. 3, p. 465 - 474, 2010.

RESULTADOS

Os resultados desta dissertação serão apresentados em dois capítulos, cada qual contendo um artigo científico, conforme descritos abaixo:

CAPÍTULO 1 – Caracterização físico-química e reológica de triticales visando à aplicação em alimentos.

CAPÍTULO 2 - Características de biscoitos produzidos com farinha de triticales contendo diferentes teores de glúten.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE TRITICALE VISANDO À APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

Cereal originário do cruzamento artificial entre trigo e centeio, o triticale combina características favoráveis de seus progenitores e tem potencial para ser utilizado como matéria-prima alternativa ao trigo. Este estudo objetivou avaliar as características físico-químicas e reológicas do triticale visando à aplicação em alimentos. Os grãos de treze genótipos de triticale e dois genótipos de trigo, utilizados para fins comparativos, foram analisados quanto à ocorrência de germinação visual, peso hectolítrico, umidade, proteínas, lipídios, cinzas, amido, *falling number* e volume de sedimentação em SDS. Posteriormente, foram condicionados à umidade de 15,5%, submetidos à moagem e avaliados quanto à taxa de extração de farinha total e percentual das frações de quebra e redução. As farinhas foram analisadas quanto à umidade, cinzas, cor, glúten, capacidade de retenção de solventes e farinografia. Os triticales diferiram dos trigos no menor conteúdo de proteínas (com exceção da cultivar BRS Ulisses), maior quantidade de cinzas e desempenho inferior nas avaliações de *falling number*, volume de sedimentação e parâmetros farinográficos de tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa. Além disso, apresentaram menor conteúdo de glúten, inclusive com genótipos em que não foi possível detectá-lo pelo método convencional. De acordo com as características, os triticales não apresentaram aptidão para a panificação, mas poderiam ser empregados na malteação para a produção de bebidas fermentadas, aditivação de farinhas com elevado *falling number*, alimentos extrusados, barras de cereais, cereais matinais, misturas multigrãos e formulações que não necessitam de farinhas com elevada força de glúten, como biscoitos e bolos.

Palavras-chave: *Falling number*. Capacidade de retenção de solventes. Glúten. Volume de Sedimentação em SDS. Farinografia.

ABSTRACT

PHYSICOCHEMICAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF TRITICALE FOR FOOD APPLICATIONS

Triticale, a hybrid cereal obtained by crossing between wheat and rye has the potential to be used as an alternative to wheat. This research evaluated the physicochemical characteristics and rheological properties of triticale aiming applications in foods. The grains of thirteen genotypes of triticale and two genotypes of wheat, used for comparative purposes, were analyzed for the occurrence of germination, hectoliter weight, moisture, protein, lipids, ash, starch, falling number and volume of sedimentation in SDS. Afterwards, grains were conditioned to 15,5% of moisture, submitted to grinding and evaluated for total flour extraction rate and percentage of breakage and reducing fractions. Flours were analyzed for moisture, ash, color, gluten, solvent retention capacity and farinography. The triticales differentiated of wheats by lower protein content (except BRS Ulisses), higher amount of ash and lower performance in the tests of falling number, sedimentation volume and farinograph parameters such as development time and stability of mass, as well as lower gluten content, including some varieties that it was not possible to detect by the conventional method. As a result, triticales indicated that it can be used in malting and production of fermented beverages, as additives of flour with a high falling number, extruded foods, cereal bars, breakfast cereals, multigrain mix and formulations that do not need flours with high gluten strength, like cookies and cakes.

Keywords: Falling number. Solvent retention capacity. Gluten. SDS Sedimentation test. Farinograph.

1 INTRODUÇÃO

Cereal originário do cruzamento artificial entre trigo (*Triticum* spp.) e centeio (*Secale cereale* L.), o triticales (*x Triticosecale* Wittmack) foi produzido com o propósito de combinar, em uma única espécie, a alta produtividade e valor energético do trigo com a resistência a estresses ambientais e valor nutricional do centeio. Entretanto, seu uso na alimentação humana é raro, quando comparado a seus genitores e até mesmo à aveia ou cevada. Isto se deve principalmente a características tecnológicas desfavoráveis, que impuseram limitações à utilização de sua farinha na panificação, tais como a reduzida quantidade e qualidade de glúten, elevada atividade de α -amilase e menor rendimento de moagem. Neste sentido, o triticales vem sendo destinado basicamente à alimentação animal (MARCINIAK; OBUCHOWSKI; MAKOWSKA, 2008; ZEČEVIĆ et al., 2010).

Em termos nutricionais, quando comparado ao trigo, o triticales apresenta melhor balanço mineral, maior proporção de fibras solúveis e maior conteúdo de lisina, primeiro aminoácido limitante em cereais. Possui ainda, compostos fenólicos com atividade antioxidante, como o ácido ferúlico, proantocianidinas e lignanas (HOSSEINIAN; MAZZA, 2009; RAKHA; ÅMAN; ANDERSSON, 2011; ARENDT; ZANINI, 2013).

Com o aumento da demanda por alimentos mais saudáveis, a incorporação do triticales na dieta humana agrega nutrientes e compostos bioativos, constituindo uma alternativa ao uso dos cereais tradicionais. Entretanto, para um melhor aproveitamento do cereal na elaboração de alimentos, é fundamental conhecer as características dos grãos e o comportamento de moagem, bem como a qualidade tecnológica das farinhas produzidas, uma vez que as indústrias de processamento possuem demandas específicas para cada produto desenvolvido (MIRANDA; GUARIENTI; TONON, 2011).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo realizar a caracterização físico-química e reológica de grãos e farinhas de triticales, visando à aplicação em alimentos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido com oito cultivares de triticales (BRS 203, BRS Harmonia, BRS Minotauro, BRS Saturno, BRS Ulisses, Embrapa 53, IPR Aimoré e IPR 111), além de cinco linhagens (TLD 1103, TLD 1202, TLD 1203, ITW 11014 e TPOLO 0611). Para fins comparativos, foram utilizados os trigos IPR Catuara e LD 122105. Cada amostra consistiu de 4 Kg de material, cultivados em Londrina - PR, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, no ano de 2014.

2.1 ANÁLISES DOS GRÃOS

Inicialmente, as amostras foram avaliadas quanto ao peso hectolítrico (PH) e presença de germinação por meio da avaliação visual de 100 sementes de cada um dos genótipos, escolhidas ao acaso (BRASIL, 1992).

As análises físico-químicas de umidade (método 44-15A), proteínas (método 46-13 com fator de conversão 5,7) e cinzas (método 08-01) foram realizadas de acordo com as metodologias descritas na American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000). Os lipídios foram quantificados pelo método 2003.6 da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2003) e o teor de amido foi determinado pelo método de Lane-Eynon, após hidrólise realizada segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para a determinação do *falling number* utilizou-se o equipamento com o mesmo nome (Perten Instrument), segundo o método 56-81B (AACC, 2000) e o volume de sedimentação em dodecil sulfato de sódio (SDS), foi realizado por meio da medida do volume de sedimento formado após 1g de amostra ter sido agitada em um tubo contendo as soluções de SDS e ácido láctico, conforme descrito por Dick e Quick (1983).

2.2 MOAGEM

A moagem foi realizada em moinho experimental Chopin modelo CD1, conforme o método 26-10 da AACC (2000), com condicionamento prévio dos grãos a 15,5% de umidade seguindo o método 16-10 (AACC, 2000). O comportamento de

moagem foi avaliado em termos de taxa de extração total de farinha e rendimento das frações de quebra e redução.

2.3 ANÁLISE DAS FARINHAS

A umidade e teor de cinzas das farinhas foram avaliados segundo a mesma metodologia utilizada para os grãos (AACC, 2000) e o glúten foi quantificado por meio do Sistema Glutomatic (Perten Instrument) de acordo com os métodos 38-10 e 38-12A (AACC, 2000).

Para a determinação de cor, utilizou-se o colorímetro Minolta Chroma Meter 410C, com medida dos componentes cromáticos de luminosidade (L^*), verde-vermelho (a^*) e azul-amarelo (b^*).

A capacidade de retenção de solventes (CRS) avaliou a afinidade das farinhas pelos solventes: água, carbonato de sódio a 5%, sacarose a 50% e ácido láctico a 5%, conforme o método 56-11 (AACC, 2000).

A farinografia determinou a absorção de água da farinha, tempo de desenvolvimento da massa e estabilidade, por meio do método 54-21 em farinógrafo Brabender (AACC, 2000).

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das avaliações dos grãos, comportamento de moagem e análises das farinhas foram submetidos ao teste de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo software XLSTAT versão 2008.4.02 (Addinsoft - Paris, França). O mesmo software executou as análises de componentes principais (ACP) e agrupamento, utilizando os resultados das avaliações de cor, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa dada pela farinografia, capacidade de retenção de solventes, comportamento de moagem, *falling number*, PH, cinzas da farinha, proteínas e ausência ou presença de glúten.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O PH obtido para os triticales (Tabela 1) variou de 70,00 a 78,00 kg/hL sendo, portanto, considerados dentro da média observada para as cultivares modernas, conforme relatado por Carvalho, Nascimento Júnior e Piana (2008). O PH é um dos parâmetros utilizados para a tipificação do trigo, porém pode ser também estendido ao triticales (BRASIL, 2010). Para ser classificado como tipo 1 o trigo deve apresentar PH mínimo de 78,00 kg/hL, o que foi observado para o trigo IPR Catuara e o triticales BRS Saturno. Para o tipo 2, o PH mínimo é de 75,00 kg/hL, requisito alcançado apenas pelo triticales BRS Ulisses. Com exceção das cultivares BRS Harmonia e IPR 111 que ficaram fora de tipo (PH menor que 72 kg/hL), os demais materiais foram incluídos no tipo 3, cujo PH mínimo exigido é de 72 kg/hL.

Tabela 1- Avaliação dos grãos de triticales e trigo

Amostra	PH ¹ (kg/hL)	SDS ¹ (mL)	FN ¹ (seg)	Germ ¹ (%)	Prot ¹ (%)	Cinzas ¹ (%)	Lipídios ¹ (%)	Amido ¹ (%)
Embrapa 53	73,40	4,82 ^e	81,50 ^e	17,00	14,67 ^c	2,27 ^a	1,19 ^d	68,57 ^{ab}
BRS Saturno	78,00	5,05 ^{de}	227,50 ^c	ND	14,28 ^{cd}	2,00 ^e	1,43 ^{bcd}	69,18 ^{ab}
BRS Harmonia	70,00	5,36 ^{cde}	63,00 ^f	ND	12,34 ⁱ	2,12 ^{bcd}	1,67 ^{ab}	70,06 ^{ab}
BRS 203	74,00	5,00 ^{de}	167,50 ^d	3,00	12,88 ^{ghi}	2,17 ^{abc}	1,30 ^{cd}	71,92 ^{ab}
BRS Ulisses	75,00	5,00 ^{de}	70,00 ^{ef}	2,00	14,76 ^{bc}	2,22 ^{ab}	1,54 ^{abc}	68,88 ^{ab}
IPR 111	70,60	5,00 ^{de}	63,00 ^f	6,00	12,46 ^{hi}	2,18 ^{abc}	1,34 ^{bcd}	72,57 ^a
IPR Aimoré	72,20	3,78 ^f	62,00 ^f	4,00	13,30 ^{efg}	2,16 ^{abcd}	1,42 ^{bcd}	69,91 ^{ab}
BRS Minotauro	74,00	4,86 ^{de}	65,50 ^f	1,00	13,85 ^{de}	2,18 ^{abc}	1,22 ^{cd}	70,10 ^{ab}
TLD 1103	73,20	5,71 ^c	63,50 ^f	5,00	13,08 ^{fgh}	2,09 ^{cde}	1,33 ^{bcd}	71,27 ^{ab}
TLD 1202	74,40	4,14 ^f	70,50 ^{ef}	2,00	12,83 ^{ghi}	2,05 ^{de}	1,12 ^d	71,24 ^{ab}
TLD 1203	72,00	5,36 ^{cde}	62,00 ^f	5,00	13,09 ^{fgh}	2,12 ^{bcd}	1,11 ^d	69,84 ^{ab}
ITW 11014	74,00	4,00 ^f	62,00 ^f	4,00	13,12 ^{fgh}	2,17 ^{abc}	1,44 ^{bcd}	70,29 ^{ab}
TPOLO 0611	72,40	5,41 ^{cd}	80,00 ^e	8,00	13,68 ^{def}	2,09 ^{cde}	1,29 ^{cd}	69,73 ^{ab}
IPR Catuara	83,10	17,50 ^b	597,00 ^a	ND	15,25 ^b	1,86 ^f	1,17 ^d	69,21 ^{ab}
LD 122105	73,80	20,04 ^a	323,00 ^b	2,00	17,06 ^a	1,84 ^f	1,85 ^a	66,66 ^b

¹Média de duas repetições. Letras iguais na mesma coluna indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias. ND: não detectado. PH: peso hectolitro; SDS: volume de sedimentação em dodecil sulfato de sódio; FN: *falling number*; Germ: germinação.

Fonte: Dados da pesquisa.

O volume de sedimentação em SDS foi superior para os trigos: 17,50 mL para IPR Catuara e 20,04 mL para LD 122105, enquanto para os triticales, a variação ficou entre 3,78 mL (IPR Aimoré) e 5,71 mL (TLD 1103). O teste fornece uma estimativa da força de glúten e, portanto, evidenciou a reduzida capacidade de formar glúten dos

triticales. Rocchia e colaboradores (2006) também encontraram volumes reduzidos ao avaliarem a qualidade de farinhas de triticale: de 4,3 a 9,6 mL.

O *falling number* também foi menor para os triticales, mas com grande variação: entre 62 (IPR Aimoré, TLD 1203 e ITW 11014) e 227 segundos (BRS Saturno). Os trigos por sua vez, apresentaram tempos de 323 (LD 122105) e 597 segundos (IPR Catuara). Conforme Dennett, Wilkes e Trethowan (2013), essa variabilidade existente permite a seleção de genótipos tolerantes à germinação pré-colheita e com atividade enzimática adequada a diferentes produtos. Os mesmos autores afirmaram que na última década, houve redução na atividade de α -amilase dos triticales, sendo possível encontrar cultivares com elevado *falling number* (superior a 200 segundos), assim como observado para o triticale BRS Saturno.

Para trigos classificados como pão, a legislação brasileira (BRASIL, 2010) determina *falling number* mínimo de 220 segundos, força de glúten de 220 (10^{-4}) joules e estabilidade de 10 minutos. Assim, o BRS Saturno seria o único triticale com índice de *falling number* adequado para a panificação, porém, conforme observado na avaliação do volume de sedimentação em SDS, sua farinha necessitaria de incorporação de aditivos ou mesclas com farinhas de trigo melhorador para atender aos requisitos de força de glúten e estabilidade. Os demais triticales apresentaram alta atividade diastática e poderiam ser utilizados como corretivos para farinhas com elevado *falling number*, como no caso do IPR Catuara, para a malteação e preparo de bebidas fermentadas ou ainda, na elaboração de produtos que não sofrem influência da atividade enzimática da farinha como *cookies*, cereais matinais, barras de cereais e produtos extrusados (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2004; COŞKUNER; KARABABA, 2005; MARCINIAK; OBUCHOWSKI; MAKOWSKA, 2008).

Em relação à germinação, para trigos existe uma associação entre o percentual de grãos germinados e *falling number*, com redução do tempo em 7,26 segundos a cada 1% de germinação (GIACOMIN et al., 2012). Entretanto, para os triticales avaliados, com exceção da cultivar BRS Saturno, o *falling number* foi reduzido, independente do percentual de grãos germinados. Dennett, Wilkes e Trethowan (2013), relataram não ser possível comparar o *falling number* das duas espécies, pois ao confrontar triticales e trigos dentro de uma mesma faixa de baixa atividade de α -amilase, observaram que os primeiros apresentaram, em média, valores em torno de 50% menores. Desta forma, esses autores evidenciaram que outros fatores, tais como a ação de enzimas endógenas sobre polissacarídeos não

amiláceos e a presença de proteínas de reserva específicas, influenciam na viscosidade da suspensão da farinha de triticales.

O teor de proteínas dos triticales foi inferior ao observado para trigos, excluindo-se a cultivar BRS Ulisses, cujo conteúdo proteico de 14,76%, não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) do trigo melhorador IPR Catuara (15,25%). Embora previamente classificada como trigo tipo brando, a linhagem LD 122105 apresentou o maior conteúdo proteico entre as amostras: 17,06%. Porém, isto não significa que sua qualidade de glúten seja superior, pois a qualidade tecnológica dos grãos depende não só do conteúdo, mas também da proporção dos grupos de proteínas formadoras do glúten, sujeitas a variações genéticas e de ambiente (CARDOSO, 2007). Para os triticales, parte das proteínas presentes foi herdada do centeio e por isso, a capacidade de formação de glúten é reduzida (TOHVER et al., 2005).

Os grãos de triticales apresentaram conteúdo de cinzas variando entre 2,00 e 2,27%, maior que o encontrado nos trigos. Warechowska e colaboradores (2013) avaliaram a qualidade de moagem de triticales sob diferentes condições de fertilização e encontraram valores muito próximos, com variação de 2,05 a 2,2%.

Em relação aos lipídios, o maior conteúdo foi observado para o trigo LD 122125 (1,85%), enquanto os triticales oscilaram entre 1,11 e 1,67%, em concordância com o trabalho de Grib, Shishlov e Shishlova (1996) que encontraram valores entre 1,18 a 1,76% ao avaliarem triticales de inverno.

O percentual de amido não apresentou grande variação: de 66,66% para o trigo LD 122105 e 72,57% para o triticales IPR 111. León, Rubiolo e Anon (1996) encontraram resultados semelhantes ao analisar o uso de farinha de triticales na produção de *cookies*. Atualmente, o teor de amido é um dado relevante devido à utilização do triticales na produção de bioetanol (PEJIN, 2012).

Na avaliação dos parâmetros de moagem, a taxa de extração de farinha (Tabela 2) apresentou média de 60,23% para os triticales. Com exceção da cultivar IPR Aimoré, os demais triticales não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) do trigo melhorador IPR Catuara. Por outro lado, o trigo brando LD 122105, apresentou o menor percentual entre os materiais avaliados: 55,01%. Os resultados refletem melhorias no formato e enchimento dos grãos das cultivares, o que tem proporcionado rendimento de farinha semelhante ao do trigo (DE MORI; NASCIMENTO JUNIOR; MIRANDA, 2014).

Para a fração de quebra, observou-se grande variação entre triticales (de 10,62% para o TPOLO 0611 a 20,78% para o IPR Aimoré) e também entre trigos (11,87% para o trigo IPR Catuara e 35,64% para o trigo LD 122105). Segundo Sevidanis, Scholz e Miranda (2012), a maneira como o grão se quebra e como a farinha produzida a partir deste se comporta, permitem avaliar indiretamente, a textura do grão. De maneira geral, grãos brandos requerem menor energia no processo de moagem, produzem grandes quantidades de farinha de quebra com grânulos de amido intactos e absorvem menor quantidade de água, sendo indicados para a produção de biscoitos. O comportamento de grãos de textura dura por sua vez, é inverso: maior consumo energético, reduzido percentual de farinha de quebra, grande quantidade de amido danificado e alta absorção de água, ideais para a produção de pães (MARTIN et al., 2007). Assim, o trigo LD 122105 foi caracterizado como de textura branda e o IPR Catuara, dura. Quanto aos triticales, observou-se que os grãos da linhagem TPOLO 0611 apresentaram dureza superior aos demais.

Tabela 2 - Taxa de extração total de farinha e rendimento das frações de quebra e de redução

Amostra	Taxa extração ¹ (%)	Farinha de Quebra ¹ (%)	Farinha de Redução ¹ (%)
Embrapa 53	60,27 ^{abc}	13,49 ^{fg}	77,93 ^{abc}
BRS Saturno	63,36 ^a	14,13 ^{defg}	79,68 ^{abc}
BRS Harmonia	60,88 ^{abc}	19,67 ^{bc}	78,19 ^{abc}
BRS 203	60,35 ^{abcd}	18,56 ^{bcd}	80,87 ^{abc}
BRS Ulisses	57,24 ^{bcd}	13,47 ^{fg}	75,70 ^{bc}
IPR 111	60,71 ^{abc}	17,50 ^{bcd}	80,95 ^{abc}
IPR Aimoré	55,73 ^{cd}	20,78 ^b	72,60 ^c
BRS Minotauro	57,90 ^{bcd}	13,88 ^{efg}	75,01 ^{bc}
TLD 1103	61,63 ^{ab}	18,27 ^{bcd}	84,31 ^a
TLD 1202	62,55 ^{ab}	18,77 ^{bcd}	79,80 ^{abc}
TLD 1203	60,87 ^{abc}	16,89 ^{bcd}	79,19 ^{abc}
ITW 11014	62,82 ^a	15,14 ^{cdefg}	81,28 ^{ab}
TPOLO 0611	58,68 ^{abcd}	10,62 ^g	78,44 ^{abc}
IPR Catuara	62,26 ^{ab}	11,87 ^g	78,86 ^{abc}
LD 122105	55,01 ^d	35,64 ^a	59,45 ^d

¹Média de duas repetições. Letras iguais na mesma coluna indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à taxa de extração de farinha de redução, o maior percentual foi observado para o triticales TLD 1103 (84,31%), enquanto o trigo LD 122125 obteve o

menor percentual (59,45%). De modo geral, quanto maior o percentual de farinha de quebra, menor será o de farinha de redução, uma vez que grande parte da farinha foi extraída na etapa de quebra, assim como o comportamento verificado para o trigo LD 122105. Entretanto, para os triticales BRS Harmonia, BRS 203, IPR Aimoré, TLD 1103 e TLD 1202 essa relação não foi observada, indicando a necessidade de ajustes nas condições de moagem para esses genótipos, pois o processo não foi eficiente.

Na avaliação das farinhas de triticales, o teor de cinzas ou conteúdo mineral variou entre 0,69% para o TLD 1202 a 0,90% para o TPOLO 0611 (Tabela 3). Este parâmetro por si só não está relacionado à qualidade da farinha, mas fornece indicações sobre o seu grau de extração (GUTKOSKI; NODARI; JACOBSEN NETO, 2003). De acordo com a legislação brasileira, a farinha de trigo classificada como tipo 1 pode conter, no máximo, 0,8% de cinzas (BRASIL, 2005). Sendo assim, as farinhas das amostras de trigo foram classificadas como tipo 1. Empregando-se a mesma legislação para triticales, as farinhas dos genótipos BRS Saturno, BRS Harmonia, BRS 203, IPR 111, IPR Aimoré, TLD 1202, TLD 1203 e ITW 11014 incluíram-se nesta mesma classificação, enquanto as demais farinhas foram classificadas como tipo 2.

Na avaliação de cor, a farinha do triticales TPOLO 0611 apresentou coloração mais escura ($L^* = 90,26$) entre os materiais avaliados, enquanto a do trigo LD 122105 exibiu coloração mais clara ($L^* = 92,79$) sem, no entanto, diferenciar-se dos triticales TLD1202 e BRS 203 ($p < 0,05$) (Tabela 3). Segundo De Mori, Nascimento Junior e Miranda (2014), um dos fatores que inicialmente contribuíram para a limitação da aceitação do triticales por parte dos moinhos foi a coloração escura de sua farinha. Entretanto, para Guarienti e Miranda (2016) a cor da farinha é mais uma questão cultural que tecnológica, na medida em que grãos de textura dura originam farinhas fortes e mais escuras, enquanto grãos de textura macia produzem farinhas mais claras e muito finas, assim como relatado neste estudo.

De modo geral, o teor de cinzas também influencia na coloração da farinha, tornando-a mais escura, conforme observado para a farinha derivada do triticales TPOLO 0611. Assim, sua farinha não seria adequada para a elaboração de macarrão, devido a possibilidade de conferir uma coloração mais escura ao produto. Por outro lado, a cor da farinha não seria relevante para a fabricação de biscoitos tipo *cookie*, assim como para alguns gêneros alimentícios integrais, cuja característica seria desejável, pois remete à saudabilidade (DENNETT; TRETOWAN, 2013).

Tabela 3 – Avaliações de cor, cinzas, glúten úmido e glúten seco das farinhas

Amostra	Cinzas ¹ (%)	Cor das farinhas			Glúten Úmido (%) ¹	Glúten Seco (%) ¹
		L* ¹	a* ¹	b* ¹		
Embrapa 53	0,85 ^{abc}	91,48 ^f	0,04 ^b	6,01 ^j	20,95	6,61
BRS Saturno	0,75 ^{cdefg}	91,88 ^e	-0,09 ^c	6,44 ^{fg}	ND	ND
BRS Harmonia	0,76 ^{cdef}	92,44 ^{bc}	-0,31 ^{ef}	6,40 ^{gh}	ND	ND
BRS 203	0,73 ^{defg}	92,56 ^{ab}	-0,02 ^b	5,63 ^k	ND	ND
BRS Ulisses	0,82 ^{abcd}	91,31 ^f	0,12 ^a	6,53 ^{fg}	20,02	7,13
IPR 111	0,79 ^{bcde}	92,13 ^{de}	-0,62 ⁱ	7,36 ^c	ND	ND
IPR Aimoré	0,75 ^{cdefg}	92,36 ^{bcd}	-0,14 ^d	6,13 ^{ij}	ND	ND
BRS Minotauro	0,88 ^{ab}	91,30 ^f	0,16 ^a	6,35 ^{ghi}	11,35	3,78
TLD 1103	0,82 ^{abcd}	92,07 ^{de}	-0,43 ^h	7,05 ^d	20,10	7,13
TLD 1202	0,69 ^{efg}	92,85 ^a	-0,31 ^e	6,45 ^{fg}	ND	ND
TLD 1203	0,72 ^{defg}	92,21 ^{cd}	-0,14 ^d	6,16 ^{hij}	18,06	6,24
ITW 11014	0,76 ^{cdef}	92,21 ^{cd}	-0,40 ^{gh}	6,91 ^{de}	17,86	5,95
TPOLO 0611	0,90 ^a	90,26 ^g	-0,36 ^{fg}	8,55 ^a	11,07	3,82
IPR Catuara	0,65 ^g	91,53 ^f	-0,17 ^d	7,86 ^b	31,50	10,39
LD122105	0,66 ^{fg}	92,79 ^a	-0,87 ⁱ	6,68 ^{ef}	29,74	9,98

¹Média de duas repetições. Letras iguais na mesma coluna indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias. ND: não detectado.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na avaliação de glúten, os conteúdos, tanto da fração seca como da úmida, foram menores para as farinhas de tritcale, além de que nos genótipos BRS Saturno, BRS Harmonia, BRS 203, IPR 111, IPR Aimoré e TLD1202, não foi possível detectá-lo, provavelmente, devido à pequena quantidade presente, inferior ao limite de detecção do método utilizado.

Os resultados confirmaram, mais uma vez, a deficiência de glúten das farinhas de tritcale e corroboraram com as observações de Montenegro (2011) ao investigar o desempenho tecnológico de misturas de farinhas de tritcale e trigo em produtos de panificação. No entanto, é possível aplicar o tritcale na elaboração de *cookies*, cereais matinais, barras de cereais e produtos extrusados, para os quais não há necessidade de elevada força de glúten (MANLEY, 2001; MARCINIAK; OBUCHOWSKI; MAKOWSKA, 2008).

A absorção de água das farinhas fornecida pela farinografia (Tabela 4) indicou variabilidade para as amostras em estudo: entre 51,20% para o trigo LD 122105 e 67,80% para o tritcale TPOLO 0611. Farinhas com baixa absorção de água (entre 56 e 60% para o padrão brasileiro e de 50 a 54% para o padrão britânico) são adequadas para biscoitos, pois conferem baixa umidade e vida útil prolongada ao produto, além de reduzir o tempo de cozimento. Por outro lado, farinhas apropriadas à produção de pães possuem alta absorção (mínimo de 58% para o padrão brasileiro e de 60 a 62%

para o padrão britânico) e proporcionam maior rendimento, além da umidade presente retardar o processo de retrogradação (GUTKOSKI et al., 2007; CAUVAIN; YOUNG, 2009; CUNHA; CAIERÃO, 2014).

Diante do exposto, as farinhas dos triticales TPOLO 0611 e ITW 11014 seriam apropriadas para a elaboração de pães, mas devido à deficiência de glúten, os triticales necessitariam de aditivos para tal finalidade. As demais farinhas por sua vez, apresentaram absorção de água adequada para a produção de biscoitos.

Tabela 4 - Absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade e capacidade de retenção de solventes das farinhas

Amostra	Farinografia			CRS			
	AA ¹	TD ¹	EST ¹	Água ¹	Carbonato de sódio ¹	Sacarose ¹	Ácido Lático ¹
Embrapa 53	56,60 ^{de}	1,00 ^d	0,80 ^{fgh}	64,85 ^b	82,10 ^c	96,06 ^{cde}	88,44 ^c
Saturno	54,80 ^f	1,00 ^d	1,00 ^{fg}	65,79 ^b	80,95 ^{cd}	96,96 ^{cd}	78,86 ^e
Harmonia	55,10 ^f	1,00 ^d	0,80 ^{fgh}	64,31 ^{bc}	81,46 ^{cd}	91,59 ^{ef}	75,83 ^{fg}
BRS 203	56,20 ^e	1,20 ^d	3,80 ^d	67,39 ^b	83,32 ^{bc}	95,93 ^{cde}	74,80 ^g
Ulisses	56,10 ^e	1,30 ^d	4,90 ^c	61,09 ^{cd}	79,42 ^{de}	92,70 ^{def}	80,10 ^e
IPR 111	56,10 ^e	1,20 ^d	2,70 ^e	64,73 ^b	85,62 ^b	96,42 ^{cde}	74,91 ^g
IPR Aimoré	57,20 ^d	1,00 ^d	0,90 ^{fgh}	60,50 ^d	81,25 ^{cd}	99,79 ^{bc}	68,27 ⁱ
Minotauro	53,90 ^g	1,20 ^d	5,10 ^c	59,51 ^{de}	77,36 ^e	90,56 ^f	78,20 ^{ef}
TLD 1103	56,50 ^{de}	2,20 ^c	2,70 ^e	65,25 ^b	81,48 ^{cd}	97,15 ^{cd}	74,42 ^{gh}
TLD 1202	56,20 ^e	0,50 ^d	0,40 ^{gh}	58,19 ^{de}	76,98 ^e	88,74 ^f	64,15 ^j
TLD 1203	54,30 ^{fg}	2,50 ^c	2,50 ^e	56,44 ^e	77,71 ^e	95,98 ^{cde}	72,02 ^h
ITW 11014	59,40 ^c	0,50 ^d	0,30 ^h	59,54 ^{de}	81,43 ^{cd}	97,36 ^{cd}	67,69 ⁱ
TPOLO 0611	67,80 ^a	2,30 ^c	1,10 ^f	76,93 ^a	101,60 ^a	104,27 ^b	83,18 ^d
IPR Catuara	62,80 ^b	28,70 ^a	26,60 ^a	65,27 ^b	81,30 ^{cd}	98,99 ^c	128,00 ^b
LD 122105	51,20 ^h	20,80 ^b	15,00 ^b	59,96 ^d	85,04 ^b	122,07 ^a	159,80 ^a

¹Média de duas repetições. Letras iguais na mesma coluna indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias. AA: absorção de água; TD: tempo de desenvolvimento da massa; EST: estabilidade; CRS: capacidade de retenção de solventes.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ainda com relação à farinografia, o tempo de desenvolvimento de massa das farinhas de tritcale foi reduzido, variando entre 0,50 e 2,50 minutos, assim como a estabilidade, que foi entre 0,30 e 5,10 minutos. Conforme Czank e colaboradores (2014), ambos os parâmetros estão relacionados à capacidade de formação de glúten das farinhas: o tempo de desenvolvimento da massa é um indicador da qualidade das proteínas e quanto mais longo, mais forte será a farinha, enquanto a estabilidade fornece a medida da tolerância da massa ao processo de mistura, sendo que quanto menor este tempo, menor será a resistência da mesma ao trabalho mecânico. Diante do exposto, as farinhas dos triticales foram caracterizadas como fracas e as massas

formadas a partir destas necessitariam de menor tempo de mistura no processamento, visto que atingem a consistência ótima rapidamente, da mesma forma como perdem a estabilidade.

Os resultados do teste de CRS apresentaram variabilidade para retenção dos quatro solventes. A maior capacidade de retenção de água (CRSa) foi observada para o triticales TPOLO 0611 (76,93%), superior à dos trigos. De acordo com Kweon, Slade e Levine (2011), a capacidade de retenção de água está associada à todos os constituintes da farinha que têm capacidade de absorver este solvente, enquanto a capacidade de retenção de carbonato de sódio (CRSc) está relacionado ao teor de amido danificado (encontrado em maior quantidade em farinhas originadas de grãos de textura dura). A capacidade de retenção de sacarose (CRSs) por sua vez, associa-se à concentração de pentosanas e gliadinas e a capacidade de retenção de ácido láctico (CRSl) indica a qualidade de glúten da farinha. Neste sentido, a elevada capacidade de absorção de água do TPOLO 0611 corrobora com os resultados da capacidade de retenção dos solventes carbonato de sódio e sacarose, onde a linhagem alcançou as maiores taxas entre os triticales. Em relação ao solvente ácido láctico, os triticales apresentaram capacidade de retenção entre 67,69% (ITW 11014) e 88,44% (Embrapa 53), inferiores aos obtidos para os trigos IPR Catuara (128,00%) e LD 122105 (159,82%), assim como observado por Rocchia e colaboradores (2006) ao avaliarem a capacidade de retenção de solventes em farinhas de triticales.

Os índices da CRS, em concordância com os resultados das avaliações de volume de sedimentação em SDS, teor de glúten, tempo de desenvolvimento e estabilidade da massa, evidenciaram a reduzida capacidade de formação de glúten dos triticales. Desta forma, o triticales TPOLO 0611 diferenciou-se dos demais pela maior afinidade de sua farinha com os solventes água, carbonato de sódio e sacarose, não sendo adequada para a elaboração de biscoitos. Para aplicação na panificação, embora apresente elevada capacidade de retenção de água, sua reduzida afinidade com o solvente ácido láctico indicou a necessidade de correções pelo uso de aditivos ou mesclas com farinhas de elevada força de glúten.

Para avaliar a influência simultânea dos principais parâmetros estudados na discriminação dos triticales e verificar quais componentes ou conjunto de componentes exerceram maior influência na caracterização dos mesmos, foi aplicada a análise de ACP. Houve segregação entre os genótipos em função do comportamento de moagem, que indiretamente, é um indicativo da textura dos grãos,

na medida em que uma textura macia está associada à maior quantidade de farinha de quebra, menor teor de proteínas e coloração clara da farinha, enquanto grãos mais duros apresentam maior quantidade de cinzas, além de maiores teores de amido danificado e glúten, que por sua vez contribuem para uma maior capacidade de retenção dos solventes água, carbonato de sódio e ácido láctico (KWEON; SLADE; LEVINE, 2011; SEVIDANIS; SCHOLZ; MIRANDA, 2012).

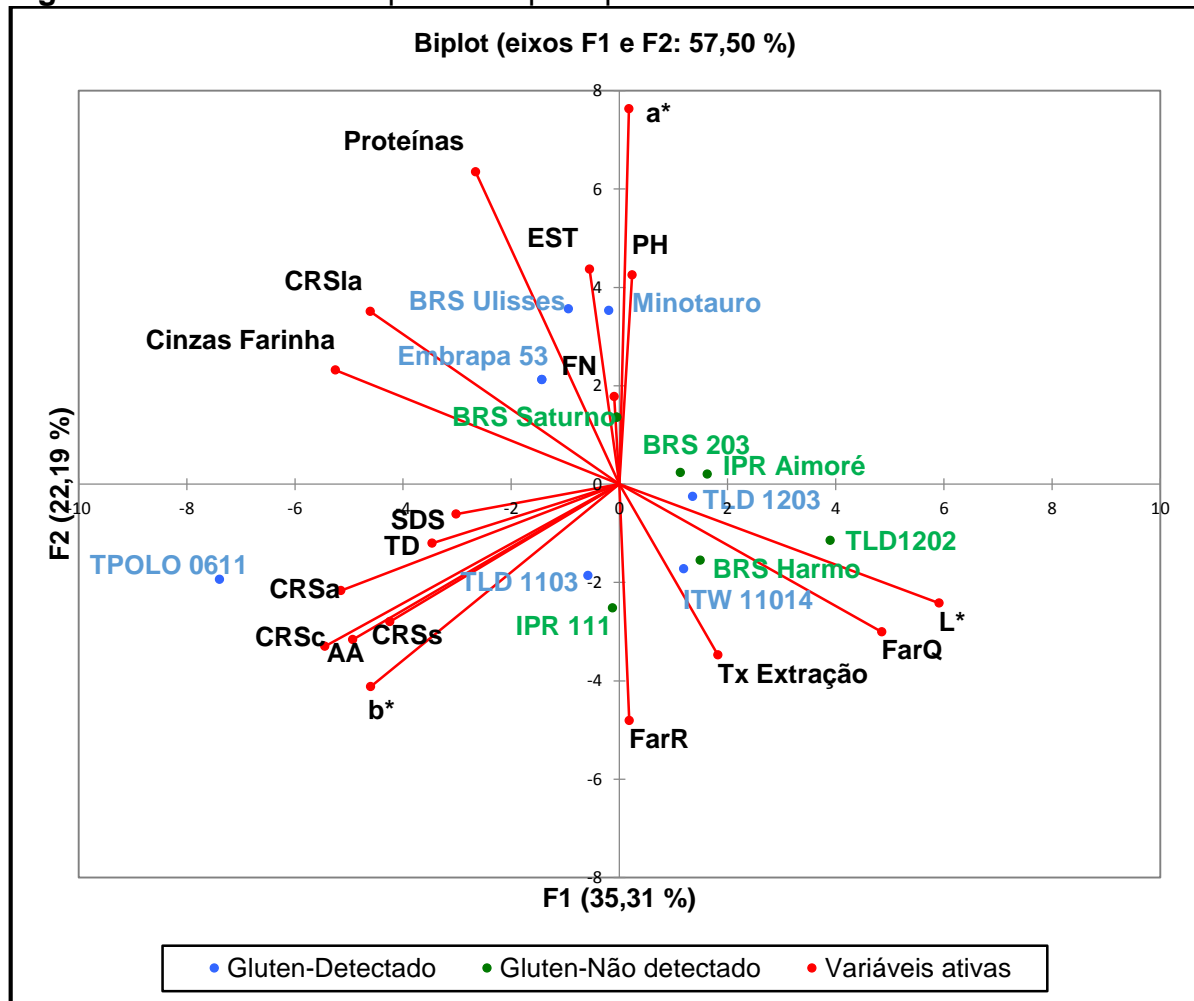
Os dois primeiros componentes da ACP explicaram 57,50% da variância total (Figura 1), sendo que o componente 1 contribuiu com 35,31%, correlacionando-se positivamente com as variáveis luminosidade e farinha de quebra. Assim, os materiais de maior rendimento da fração de quebra apresentaram farinha de coloração mais clara em função da menor concentração de pericarpo, resultante da textura macia dos grãos. O componente 1 também correlacionou-se negativamente com a absorção de água, capacidade de retenção dos quatro solventes, coordenada cromática b^* e cinzas da farinha, de maneira que os triticales com maior absorção de água e dos demais solventes avaliados, apresentaram farinha de coloração escura e com maior teor de amido danificado em razão da maior dureza dos grãos.

O componente 1 contribuiu portanto, para discriminar o triticales TPOLO 0611, posicionando-o à esquerda do *biplo*t, sugerindo que suas características resultaram de uma maior dureza dos grãos, enquanto BRS Harmonia, TLD 1202 e IPR Aimoré, localizados à direita, foram indicados como genótipos cujos atributos relacionaram-se à uma textura mais macia dos grãos.

O componente 2, responsável por 22,19% das variações, correlacionou-se positivamente com os parâmetros proteínas e coordenada cromática a^* e negativamente com a farinha de redução. Assim, as cultivares BRS Minotauro, BRS Ulisses e Embrapa 53, situadas acima do eixo horizontal, apresentaram maior conteúdo de proteínas e farinha de coloração avermelhada, enquanto na parte inferior, TLD 1103, IPR 111 e ITW 11014 apresentaram maior taxa de extração de farinha de redução.

A ACP mostrou ainda que o glúten não foi um fator determinante na segregação dos triticales, observando-se genótipos que apresentaram glúten ocupando o mesmo quadrante daqueles em que o mesmo não foi detectado.

Figura 1 – Análise de componentes principais dos triticales



AA: absorção de água; CRSa: capacidade de retenção de água; CRSc: capacidade de retenção de carbonato de sódio; CRSs: capacidade de retenção de sacores; CRSla: capacidade de retenção de ácido láctico; EST: estabilidade; FN: *falling number*; FarQ: farinha de quebra; FarR: farinha de redução; PH: peso hectolitro; SDS: volume de sedimentação; TD: tempo de desenvolvimento; Tx Extração: taxa de extração total de farinha.

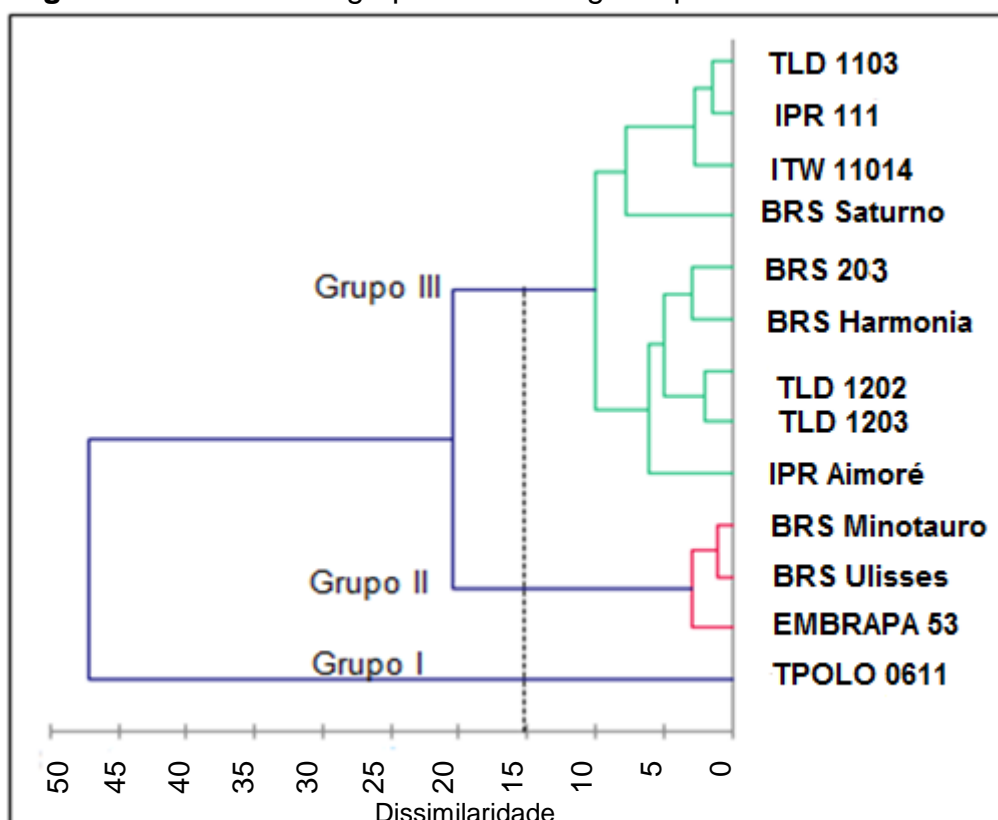
Fonte: Elaborada pelo autor.

Para complementar a ACP, foi realizada a análise de agrupamento utilizando as mesmas variáveis. O dendrograma formado separou os genótipos em três grupos (Figura 2), sendo o primeiro formado por apenas um indivíduo: o TPOLO 0611, cujas características diferiram dos demais triticales em função da alta absorção de água fornecida pela farinografia, elevada capacidade de retenção dos solventes água, carbonato de sódio e sacarose, além da menor taxa de extração de farinha de quebra e coloração escura da farinha. O segundo, constituído por BRS Ulisses, BRS Minotauro e Embrapa 53, foi agrupado em função do maior teor de proteínas, menor taxa de extração de farinha de redução e coloração avermelhada da farinha. No terceiro grupo, composto por BRS Harmonia, BRS 203, BRS Saturno, IPR Aimoré,

IPR 111, TLD 1103, TLD 1202, TLD 1203 e ITW 11014, os genótipos apresentaram maior taxa de extração das farinhas de quebra e redução, farinha de coloração mais clara, menor conteúdo de cinzas e menor afinidade pelo solvente ácido láctico.

A análise de agrupamento confirmou as observações fornecidas pela ACP, agrupando os triticales de acordo com as características relacionadas ao comportamento de moagem e indiretamente, à textura dos grãos.

Figura 2 - Análise de Agrupamento dos genótipos de triticales



Fonte: Elaborada pelo autor.

4 CONCLUSÃO

De modo geral, os resultados indicaram a possibilidade de aplicação do triticales em alimentos. As características físico-químicas e reológicas revelaram maior aptidão para a elaboração de produtos que não necessitam de farinhas com elevada força de glúten, como biscoitos e bolos.

Os baixos valores de *falling number* dos triticales, variando de 62 a 167,50 segundos, são desfavoráveis para a panificação, entretanto, são desejáveis para a

malteação e produção de bebidas fermentadas, assim como para o uso da farinha de triticales como aditivo para a correção de farinhas de trigo com elevado *falling number*.

Os triticales poderiam ainda ser utilizados em barras de cereais, cereais matinais e produtos extrusados, para os quais as características de força de glúten, coloração ou atividade de α -amilase não são relevantes.

REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**, 10 ed. AACC, 2000.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Method 2003.06 Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages. **Journal of AOAC International**, v. 86, p. 888 - 899, 2003.

ARENDT, Elke K.; ZANNINI, Emanuele. **Cereal grains for food and beverage industries**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2013. p. 201 - 209.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Determinações adicionais – peso volumétrico. In: **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992, p.193 -194.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 53 de 23 de fevereiro de 1983. Estende ao triticales (*x. Tritico-secale* Wittmack) os parâmetros de classificação do trigo grão e farinha. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 25 de fevereiro de 1983.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 01 de dezembro de 2010.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8 de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 3 jun. 2005.

CARDOSO, Isabela B. **Tratamento térmico de misturas de farinha de trigo e de quinoa e sua aplicação em bolo tipo pão de ló**. 2007. 136 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, SP, 2007.

CAUVAIN, Stanley P.; YOUNG, Linda S. **Tecnologia de panificação**. 2 ed., Barueri: Manole, 2009. 440 p.

CARVALHO, Fernando I. F.; NASCIMENTO JUNIOR, Alfredo do; PIANA, Cleusa F. B. Triticales. In: BARBIERI, Rosa L.; STUMPF, Elisabeth R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 853 - 890.

CUNHA, Gilberto R. da; CAIERÃO, Eduardo. **Informações técnicas para trigo e triticale** – safra 2015. Brasília: Embrapa, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355291/1729833/2015inf+tecn+trigo+e+triticale.pdf/205d3919-c572-4410-bc4d-1499b94333ba>>. Acesso em: set. 2016.

COŞKUNER, Yalçın; KARABABA, Erşan. Studies on the quality of Turkish flat breads based on blends of triticale and wheat flour. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 40, p. 469 - 479, 2005.

CZANK, B. et al. The puff-pastry making properties of triticale flour. **Analecta**, v.1, p. 81 - 84, 2014.

DE MORI, Claudia; NASCIMENTO JUNIOR, Alfredo do; MIRANDA, Martha Z. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura de triticale no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA TRIGO, 2014. 23 p. Disponível em: <http://www.cnpt,embrapa,br/biblio/do/p_do150,htm>. Acesso em 14 set. 2016.

DENNETT, Angela L.; WILKES, Meredith A.; TRETOWAN, Richard M. Characteristics of modern triticale quality: the relationship between carbohydrate properties, α -Amylase activity, and falling number. **Cereal Chemistry**, v. 90, n. 6, p. 594 - 600, 2013.

DENNETT, Angela L.; TRETOWAN, Richard M. The influence of dual-purpose production on triticale grain quality. **Cereal Research Communications**, v. 41, n. 3, p. 448 - 457, 2013.

DICK, J.; QUICK, J. Modified screening test for rapid estimation of gluten in early generation durum wheat breeding lines. **Cereal Chemistry**, v. 60, n. 2, p. 315 - 318, 1983.

GIACOMIN, Barbara et al. Associação entre germinação na espiga em pré-colheita e teste de número de queda em genótipos de trigo. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**, 2012. Disponível em: <www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/930783/1/1352giacomin.pdf>. Acesso em: set. 2016.

GRIB, S.; SHISHLOV, M.P; SHISHLOVA, N. P. Rheological and biochemical properties of meal from winter triticale varieties in connection with the resistance to preharvest germination. In: GUEDES-PINTO, H.; DARVEY, N.; CARNIDE, V. P. **Triticale: Today and Tomorrow**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. p. 779 - 784.

GUARIENTI, Eliana M.; MIRANDA, Martha Z. de. Qualidade tecnológica do trigo. In: DE MORI, Claudia; ANTUNES, Joseani M.; FAÉ, Giovani S.; ACOSTA, Adão da S. **Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 14, p. 263 - 281.

GUTKOSKI, Luiz C.; NODARI, Maria L.; JACOBSEN NETO, Raul. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 91 - 97, 2003.

GUTKOSKI, Luiz C. et al. Biscoitos de aveia tipo cookie enriquecidos com concentrado de β -glicanas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n. 2, p. 104 - 110, 2007.

HOSSEINIAN, Farah S.; MAZZA, Giuseppe. Triticale bran and straw: Potential new sources of phenolic acids, proanthocyanidins, and lignans. **Journal of Functional Foods**, v. 1, p. 57 - 64, 2009.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Glicídios. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 125 -134.

KWEON, Meera; SLADE, Louise; LEVINE, Harry. Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: Principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes and in wheat breeding - A review. **Cereal Chemistry**, v. 88, n. 6, p. 537 - 552, 2011.

LANE, J. H.; EYNON, L. Determination of reducing sugars by means of Fehling's solution with methylene blue as internal indicator. **J. Soc. Chem. Ind. Trans.** 32-36, 1923.

LEÓN, A. E.; RUBIOLO, A.; ANON, M. C. Use of Triticale Flours in Cookies: Quality Factors. **Cereal Chemistry**, v. 73, n. 6, p. 779 - 784, 1996.

MANLEY, Duncan. **Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. p. 7 - 20.

MARCINIAK, Aleksandra; OBUCHOWSKI, Wiktor; MAKOWSKA, Agnieszka. Technological and nutritional aspects of utilization triticale for extruded food production. **Food Science and Technology**, v. 11, p. 3 - 7, 2008.

MARTIN, J. M. et al. Pilot scale milling characteristics of transgenic isolines of a hard wheat over-expressing puroindolines. **Crop Science**, v. 47, p. 497 - 506, 2007.

MIRANDA, Martha Z.; GUARIENTI, Eliana M.; TONON, Vanderlei D. Qualidade tecnológica de trigo. In: PIRES, João L. F.; VARGAS, Leandro; CUNHA, Gilberto R. da. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p. 371 - 390.

MONTENEGRO, Flávio M. **Avaliação do desempenho tecnológico de misturas de farinhas de triticale e trigo em produtos de panificação**. 2011. 111f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2011.

NASCIMENTO JUNIOR, Alfredo do et al. Triticale in Brazil. In: MERGOUM, Mohamed; GÓMEZ-MACPHERSON, Helena. **Triticale improvement and production**. Rome: FAO, 2004. p. 93 - 98.

PEJIN, Dušanka J. et al. Increase in bioethanol production yield from triticale by simultaneous saccharification and fermentation with application of ultrasound. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 87, p. 170 - 176, 2012.

RAKHA, A.; ÅMAN, P.; ANDERSSON, R. Dietary fiber in triticale grain: variation in content, composition, and molecular weight distribution of extractable components. **Journal of Cereal Science**, v. 54, p. 324 - 331, 2011.

ROCCIA, P. et al. Use of solvent retention capacity profile to predict the quality of triticale flours. **Cereal Chemistry**, v. 83, n. 3, p. 243 - 249, 2006.

SEVIDANIS, Mikaela M.; SCHOLZ, Maria B. S.; MIRANDA, Martha Z. Relação entre características de moagem de genótipos de trigo com qualidade tecnológica. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2012**, Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63387/1/137-1sevidanis.pdf>>. Acesso em: set. 2016.

TOHVER, M. et al. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. **Food Chemistry**, v. 89, p. 125 - 132, 2005.

WARECHOWSKA, Małgorzata et al. Milling quality of spring triticale grain under different nitrogen fertilization. **Polish journal of natural sciences**, v. 28, n. 4, p. 423 - 435, 2013.

ZEČEVIĆ V. et al. Effect of nitrogen and ecological factors on quality of winter triticale cultivars. **Genetika**, v. 42, n. 3, p. 465 - 474, 2010.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DE BISCOITOS PRODUZIDOS COM FARINHA DE TRITICALE CONTENDO DIFERENTES TEORES DE GLÚTEN

O triticale foi desenvolvido com o propósito de combinar em uma única espécie a alta produtividade do trigo e a tolerância a estresses ambientais do centeio, proporcionando uma matéria-prima alternativa ao trigo e ampliando a oferta mundial de alimentos. Este estudo avaliou o efeito da substituição da farinha de trigo por farinha de triticale com diferentes teores de glúten nas características de biscoitos tipo cookie. As farinhas dos triticales BRS Minotauro e TLD1202, além do trigo brando LD 122105, foram avaliadas quanto ao teor de umidade e proteínas. Três formulações de biscoito tipo cookie foram elaboradas, cada qual contendo apenas uma das farinhas. Os biscoitos foram avaliados quanto à composição proximal, medida da massa (antes e após forneamento), diâmetro, espessura, fator de expansão, além de cor e textura instrumentais. As análises microbiológicas foram realizada conforme as exigências da legislação vigente e a análise sensorial foi aplicada por meio do teste de aceitação. Os biscoitos produzidos com triticale apresentaram menor teor de proteínas, porém maior diâmetro e conseqüentemente, maior fator de expansão. A substituição da farinha de trigo pela de triticale também reduziu a dureza e fraturabilidade e em termos sensoriais, embora as três formulações tenham sido igualmente bem aceitas, aquelas elaboradas com farinha de triticale alcançaram as melhores pontuações. Desta forma, foi possível substituir totalmente a farinha de trigo pela de triticale na elaboração dos biscoitos, mantendo as características do produto e independentemente da quantidade de glúten das farinhas.

Palavras-chave: Textura. Análise Sensorial. *Cookie*.

ABSTRACT

CHARACTERISTICS OF COOKIES MADE WITH TRITICALE FLOUR WITH DIFFERENT AMOUNTS OF GLUTEN

Triticale was developed to combine the favorable characteristics of wheat and rye, providing an alternative raw material to wheat and increase the world food supply. This study evaluated the effect of substitution of wheat flour by triticale flour with different levels of gluten, in cookies formulations. Flours originated from triticale BRS Minotauro and TLD 1202, as well as the soft wheat line LD 122105 were evaluated for moisture and protein content. Three cookie formulations were prepared, each containing only one of flours. The cookies were subjected to proximate composition, mass measurement (before and after baking), diameter, thickness, cookie factor, and instrumental color and texture analysis. The microbiological safety of cookies was guaranteed through the tests required by current legislation and subsequent application of the acceptance tests. The cookies produced with triticale had lower protein content, but larger diameter and consequently, greater expansion factor. The replacement of wheat flour by triticale also reduced hardness and friability of cookies and in sensory terms, although the three formulations had been well accepted, those prepared with triticale flour achieved the best scores. Thus, it was possible to completely replace wheat flour by triticale in the cookie formulation, maintaining the product characteristics and regardless the amount of gluten of flour.

Keywords: Texture. Sensory evaluation. Cookie.

1 INTRODUÇÃO

Cereal originário do cruzamento artificial entre trigo (*Triticum* spp.) e centeio (*Secale cereale* L.), o triticales (*x Triticosecale* Wittmack) foi desenvolvido com o objetivo de reunir a qualidade tecnológica e potencial produtivo do trigo com a rusticidade e qualidade nutritiva do centeio, aumentando a oferta de alimentos e proporcionando uma matéria-prima alternativa ao trigo (OETTLER, 2005).

Quando comparado ao trigo, a qualidade nutricional do triticales é superior, com maior proporção de fibras solúveis, melhor balanço mineral, maior conteúdo de lisina e elevada quantidade de compostos fenólicos com propriedades antioxidantes. Entretanto, apesar de constituir uma fonte alternativa aos cereais tradicionais tanto de nutrientes como de compostos bioativos, a baixa qualidade tecnológica impõe limitações ao seu uso na dieta humana e seu principal destino tem sido a alimentação animal (MARCINIAK; OBUCHOWSKI; MAKOWSKA, 2008; RAKHA; ÅMAN; ANDERSSON, 2011; ARENDT; ZANINI, 2013).

As características físico-químicas e reológicas estudadas em treze genótipos de triticales provenientes de um ensaio realizado na cidade de Londrina - PR, na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR (apresentadas no Capítulo 1), sugeriram a possibilidade de aplicação em alimentos. Os triticales apresentaram, de modo geral, menores quantidades de proteínas e reduzida capacidade de formação de glúten, o que propicia a aplicação de suas farinhas na elaboração de produtos que não necessitam de farinhas fortes em relação ao glúten, como biscoitos e bolos. Além disso, alguns genótipos apresentaram farinhas com baixa capacidade de absorção de água, propriedade desejável para a produção de biscoitos.

Com base no pressuposto, este trabalho teve por objetivo avaliar as características de biscoitos tipo *cookie* elaborados com farinhas de triticales com diferentes conteúdos de glúten.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INGREDIENTES

As farinhas com diferentes quantidades de glúten empregadas neste estudo foram obtidas a partir do trigo brando LD 122105 (29,74% de glúten úmido) e triticales BRS Minotauro (11,35% de glúten úmido) e linhagem TLD 1202, cujo glúten não foi detectado pelo método utilizado. Esses materiais foram cultivados em Londrina-PR na safra de 2014 e cedidos pela Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR.

Os demais ingredientes utilizados na elaboração dos biscoitos (açúcar mascavo, açúcar cristal, manteiga, ovos, fermento químico, sal e chocolate em gotas) foram adquiridos no comércio local.

2.2 ELABORAÇÃO DOS BISCOITOS

As farinhas foram avaliadas quanto ao teor de umidade por meio do método 44-15A da American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000) e conteúdo de proteínas segundo o método 46-13 (AACC, 2000), aplicando o fator 5,7 para a conversão de nitrogênio total em proteínas.

Três formulações de biscoito tipo *cookie* foram elaboradas (Tabela 1), cada qual contendo apenas uma das farinhas.

Tabela 1 - Formulação dos biscoitos

Ingredientes	Quantidade g.100g ⁻¹		
	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Farinha LD 122105	35,50	-	-
Farinha BRS Minotauro	-	35,50	-
Farinha TLD 1202	-	-	35,50
Açúcar mascavo	9,00	9,00	9,00
Açúcar cristal	9,00	9,00	9,00
Manteiga	14,40	14,40	14,40
Ovos	8,60	8,60	8,60
Fermento químico	0,30	0,30	0,30
Sal	0,30	0,30	0,30
Gotas de chocolate	21,50	21,50	21,50

Fonte: Elaborada pelo autor.

A massa dos biscoitos foi preparada com o auxílio de batedeira doméstica (marca Arno, modelo Deluxe SX80), utilizando o método creme, que consiste em realizar uma pré-mistura de açúcar, manteiga e ovos para, posteriormente, adicionar a farinha e os demais ingredientes.

Cada formulação consistiu de aproximadamente 2200 g de massa, que foi modelada manualmente em porções de aproximadamente 14,6 g, perfazendo o total aproximado de 150 biscoitos, os quais foram assados, em batelada de 50 unidades, em forno a gás pré-aquecido (marca Dako, modelo Couraçado) por 15 minutos em temperatura de 180°C. Os biscoitos foram resfriados à temperatura ambiente, e separados em porções para a realização das avaliações microbiológicas, físicas, composição proximal, textura instrumental e análise sensorial.

2.3 ANÁLISES FÍSICAS, COMPOSIÇÃO PROXIMAL E TEXTURA INSTRUMENTAL

Seguindo os procedimentos descritos no método 10-50D da AACC (2000), os biscoitos de cada uma das formulações foram avaliados quanto à massa (em gramas) antes e após o forneamento, utilizando balança semi-analítica digital. O diâmetro e a espessura foram medidos por meio de paquímetro digital (em milímetros) e o fator de expansão foi calculado a partir da razão entre o diâmetro e espessura do biscoito. Os resultados representaram a média aritmética obtida nas avaliações de 10 biscoitos de cada formulação.

A análise instrumental de cor foi realizada em colorímetro Minolta Chroma Meter 410C, com avaliação da luminosidade (L^*) e dos componentes cromáticos verde-vermelho (a^*) e azul-amarelo (b^*). Os resultados também foram expressos em termos da média aritmética de 10 repetições para cada formulação.

A textura instrumental avaliou os parâmetros de dureza e fraturabilidade por meio do texturômetro TA.XT *plus* (Stable Micro Systems) com probe HDP/3PB sob as seguintes condições: velocidade de pré-teste 1,0 mm/s, velocidade de teste 3,0 mm/s, velocidade pós-teste 10,0 mm/s, distância de 4,0 mm e força de 0,5N. Os resultados de dureza foram expressos em Newton (N) e da fraturabilidade em milímetros (mm) e representaram a média aritmética de 10 determinações para amostras provenientes de uma mesma formulação.

Para cada uma das formulações, a composição proximal compreendeu as seguintes análises: teor de umidade (método 44-15A), proteínas (método 46-13, com

fator de conversão 6,25) e cinzas (método 08-01), provenientes da metodologia prescrita em AACC (2000), além de lipídios segundo o método 2003.6, preconizado pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 2006). O cálculo do teor de carboidratos totais foi realizado pela diferença dos demais parâmetros. As avaliações foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em termos da média aritmética.

2.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As três formulações foram submetidas análises microbiológicas prescritas pela legislação federal vigente (BRASIL, 2001) de Determinação do Número Mais Provável de Coliformes a 45°C, contagem total em placas de *Staphylococcus* Coagulase positiva, ambas seguindo metodologia preconizada em American Public Health Association-APHA (2001), e Pesquisa de *Salmonella* sp., pelo método ISO 6579 (ISO, 2007).

2.5 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada por meio do teste afetivo de aceitação com a participação de 80 provadores não treinados de ambos os sexos, com idades entre 18 e 60 anos, em sua maioria, alunos e servidores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

As amostras, codificadas com número de três dígitos, foram apresentadas, de forma aleatória, em pratos plásticos contendo um biscoito de cada formulação. Os provadores analisaram os atributos de cor, sabor, aroma, textura e impressão global, utilizando uma escala hedônica híbrida, estruturada em três pontos: 0, 5 e 10 (Apêndice A), onde 0 corresponde a “desgostei extremamente”, 5 a “não gostei nem desgostei” e 10 a “gostei extremamente” (VILLANUEVA; PETENATE; SILVA, 2005).

O Índice de Aceitabilidade foi avaliado segundo a metodologia proposta por Dutcosky (2007), onde um produto com boa aceitação deve atingir um percentual maior ou igual a 70%.

A análise sensorial foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, por meio do

parecer nº 1.484.213, referente ao Certificado de Apresentação para Apreciação Ética nº 53604116.5.0000.5547.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Tabela 2, dentre as três farinhas, a de trigo apresentou maior conteúdo proteico: 13,70%. Este é um dado relevante para avaliar a adequação das farinhas à produção de biscoitos, pois o percentual recomendado é de 7 a 12% de proteínas e conteúdos maiores podem ocasionar miolo com textura áspera e fissuras na superfície (SUAS, 2008). Desta forma, a farinha de trigo apresentou quantidade de proteínas acima do ideal para o produto em questão. Neste caso, em nível industrial, seria realizada a correção do teor de proteínas pela adição de amido. As farinhas dos triticales por sua vez, apresentaram quantidades de proteínas satisfatórias.

A influência das proteínas na qualidade dos biscoitos não está diretamente relacionada à quantidade, mas sim à sua capacidade de formação de glúten, uma vez que este reduz a viscosidade da massa por meio de suas propriedades de ligação com água (DELLOUR et al., 2012). Desta forma, a diferença entre as farinhas foi muito maior em relação à qualidade do que a quantidade de proteínas, uma vez que as variações nos teores de glúten foram mais significativas do que no conteúdo proteico.

Tabela 2 – Teor de proteínas das farinhas e composição proximal dos biscoitos

Amostra	Proteínas das farinhas ¹ (%)	Biscoitos				
		Umidade ¹ (%)	Proteína ¹ (%)	Cinzas ¹ (%)	Lipídios ¹ (%)	Carboidratos (%)
LD 122105	13,70±0,56 ^a	2,81±0,08 ^a	7,51±0,021 ^a	1,34±0,06a	20,90±0,18a	68,22
BRS Minotauro	11,13±0,71 ^b	3,2 ±0,31 ^a	6,66±1,00 ^b	1,36±0,11a	20,08±0,95a	68,76
TLD 1202	9,51±0,32 ^{bc}	3,53±0,35 ^{ba}	6,07±0,29 ^c	1,35±0,09a	20,91±1,51a	68,75

¹Média de três repetições. Letras iguais na mesma coluna indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à composição proximal, os biscoitos apresentaram baixo conteúdo de umidade, não sendo observadas diferenças entre as três as formulações ($p > 0,05$). Para este tipo de produto, taxas de umidade inferiores a 5% garantem a estabilidade

durante a vida de prateleira (MANLEY, 2001). Quanto ao teor de proteínas, o maior percentual foi observado para os biscoitos produzidos a partir do trigo (7,51%), acompanhando o mesmo padrão das farinhas que os originaram. Para os componentes cinzas, lipídios e carboidratos, não houve diferenças significativas entre as três formulações ($p>0,05$). O percentual médio de cinzas foi de 1,35% enquanto o de lipídios ficou em 20,63% e o de carboidratos em 68,57%. A similaridade na composição proximal dos biscoitos é decorrente da semelhança também na constituição das farinhas que os originaram. A composição química do tritcale é mais próxima à do trigo que centeio, provavelmente devido ao fato de ter recebido dois genomas do trigo e apenas um do centeio (PEÑA, 2004).

Para os parâmetros massa antes e após o forneamento e espessura (Tabela 3), as três formulações não diferiram significativamente entre si ($p>0,05$). O diâmetro por sua vez, foi menor para os biscoitos produzidos com a farinha de trigo e conseqüentemente, essa formulação também apresentou o menor fator de expansão (razão entre diâmetro e espessura), fato ocasionado pela maior quantidade de proteínas e glúten na farinha de trigo. Segundo Delcour e colaboradores (2012), no processamento de biscoitos tipo *cookie*, os elevados níveis de gordura e açúcar impedem a hidratação proteica, e desta forma, não há desenvolvimento do glúten. No entanto, durante o aquecimento, ocorre a solubilização dos açúcares e as proteínas formadoras do glúten tornam-se móveis, reagem com a água disponível no sistema e formam uma rede que impede o espalhamento da massa e aumenta a resistência ao colapso, determinando o diâmetro e espessura dos biscoitos.

Tabela 3 - Características físicas dos biscoitos

Parâmetro	LD 122105	BRS MINOTAURO	TLD 1202
Massa antes forneamento ¹ (g)	14,64 ± 0,20 ^a	14,63 ± 0,02 ^a	14,64 ± 0,01 ^a
Massa após forneamento ¹ (g)	13,26 ± 0,07 ^a	13,24 ± 0,09 ^a	13,17 ± 0,1 ^a
Diâmetro ¹ (mm)	48,34 ± 1,12 ^b	51,08 ± 0,70 ^a	51,27 ± 0,6 ^a
Espessura ¹ (mm)	15,48 ± 0,36 ^a	15,68 ± 0,37 ^a	15,47 ± 0,29 ^a
Fator de expansão ¹	3,13 ± 0,09 ^b	3,26 ± 0,08 ^a	3,32 ± 0,07 ^a
L* ¹	55,69 ± 0,49 ^b	55,80 ± 0,93 ^b	57,77 ± 1,15 ^a
a* ¹	5,91 ± 0,37 ^a	5,86 ± 0,40 ^a	5,94 ± 0,41 ^a
b* ¹	33,79 ± 0,65 ^a	35,01 ± 0,81 ^a	35,44 ± 0,91 ^b
Dureza (N) ¹	74,77 ± 4,22 ^a	60,62 ± 6,04 ^b	54,86 ± 7,04 ^b
Fratrabilidade (mm) ¹	1,20 ± 0,19 ^a	0,81 ± 0,10 ^b	0,87 ± 0,22 ^b

¹Média de dez repetições. Letras iguais na mesma linha indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Fonte: Dados da pesquisa.

Singh e Mohamed (2005) investigaram a aceitabilidade de *cookies* com incorporação de proteína de soja e glúten vital e constataram que o teor de proteínas teve correlação negativa com o diâmetro e positiva com a espessura, reduzindo o fator de expansão. Os autores verificaram ainda que, quanto maior a quantidade de glúten, maior era a redução no diâmetro.

A análise instrumental de cor indicou que os *cookies* produzidos com a farinha do triticale TLD 1202 exibiram coloração menos intensa, com maior luminosidade e maior intensidade de amarelo. A cor é uma das primeiras impressões registradas pelo consumidor e em biscoitos, é decorrente da reação entre açúcares redutores e aminoácidos (Reação de Maillard) ou da dextrinização do amido e caramelização do açúcar (CHEVALLIER et al., 2000). Assim, o menor conteúdo proteico da farinha TLD 1202 foi responsável pela coloração dos biscoitos, na medida em que houve menor disponibilidade de aminoácidos para a Reação de Maillard. Singh e Mohamed (2005) observaram que, quanto maior a proporção de proteínas adicionadas à farinha, maior foi o desenvolvimento de cor dos *cookies* com incorporação de proteínas de soja e glúten vital.

Na avaliação instrumental de textura, observou-se que as farinhas de triticale influenciaram positivamente na textura dos biscoitos, reduzindo a dureza e fraturabilidade, devido à menor quantidade de glúten. A textura é um importante atributo sensorial e em relação a biscoitos tipo *cookie*, a maciez é uma característica valorizada (MOIRAGHI, et al. 2011). Colussi e colaboradores (2012), substituíram a farinha de trigo por farinha de arroz em *cookies* e igualmente verificaram redução da dureza e fraturabilidade em razão da fragilidade da massa, ocasionada pela ausência de glúten na farinha de arroz.

De acordo com a legislação sobre padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001), os limites máximos de tolerância para amostra indicativa em biscoitos tipo *cookie* são: Coliformes a 45°C ($1,0 \times 10^1$ NMP/g); *Staphylococcus* Coagulase positiva ($5,0 \times 10^2$ UFC/g) e *Salmonella* sp. (ausência em 25 g). Os resultados das análises microbiológicas das três formulações de biscoitos apresentaram-se dentro desses padrões.

Nas avaliações sensoriais (Tabela 4), as três formulações tiveram a mesma aceitação para o atributo cor ($p > 0,05$), indicando que os provadores não constataram diferenças na coloração dos biscoitos, em discordância com a análise instrumental.

Tabela 4 – Resultados do teste de aceitação e Índice de Aceitabilidade dos biscoitos

Parâmetro	LD 122105	BRS MINOTAURO	TLD 1202
Cor ¹	7,83 ± 1,65 ^a	8,01 ± 1,55 ^a	8,29 ± 1,58 ^a
Aroma ¹	7,69 ± 1,70 ^b	7,90 ± 1,43 ^{ab}	8,30 ± 1,45 ^a
Sabor ¹	7,96 ± 1,52 ^b	8,36 ± 1,42 ^{ab}	8,55 ± 1,33 ^a
Textura ¹	7,16 ± 2,03 ^b	8,21 ± 1,65 ^a	7,62 ± 1,98 ^{ab}
Impressão global ¹	7,77 ± 1,40 ^b	8,40 ± 1,15 ^a	8,38 ± 1,10 ^a
Índice de aceitação (%)	76,87	81,82	82,3

¹Média resultante da avaliação de 80 provadores. Letras iguais na mesma linha indicam que, ao nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

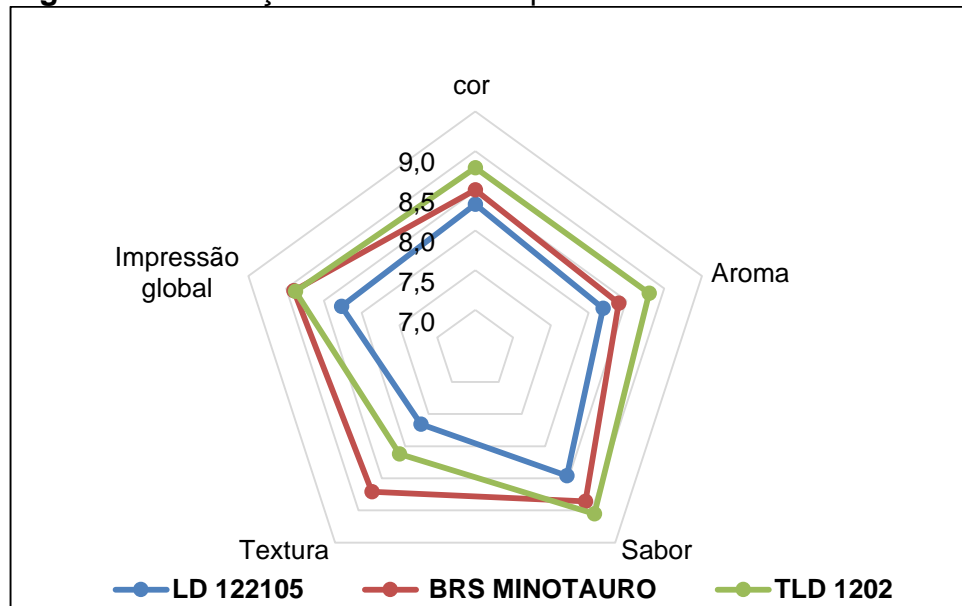
Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação ao aroma e sabor, as notas foram maiores para os biscoitos elaborados com as farinhas dos triticales, embora a formulação originada do trigo LD 122105 não tenha diferido estatisticamente ($p > 0,05$) daquela produzida com a farinha triticale BRS Minotauro.

Quanto à textura, não houve diferenças na aceitação dos biscoitos produzidos a partir da farinha de trigo e do triticale TLD 1202 ($p > 0,05$), embora a avaliação instrumental tenha indicado maior dureza e fraturabilidade para a formulação derivada do trigo.

Para a impressão global, a aceitação foi maior para os *cookies* elaborados com as farinhas de triticale e em relação ao índice de aceitabilidade, embora as três formulações tenham sido bem aceitas pelos provadores, com taxas superiores a 70%, os biscoitos derivados dos triticales alcançaram os maiores índices.

A Figura 1 permite uma melhor visualização das notas médias das três formulações em função de cada um dos atributos avaliados nos testes de aceitação e indica uma preferência dos consumidores pelos biscoitos elaborados com as farinhas de triticale. Na impressão global, as formulações contendo as farinhas BRS Minotauro e TLD 1202 obtiveram maiores pontuações, sendo que para os *cookies* derivados do triticale BRS Minotauro, a textura foi o atributo de maior relevância, enquanto os biscoitos originados do triticale TLD 1202 se sobressaíram em relação à cor, aroma e sabor.

Figura 1 – Aceitação dos biscoitos tipo *cookie*

Fonte: Elaborada pelo autor.

4 CONCLUSÃO

As farinhas de triticales promoveram redução do teor de proteínas e aumento no diâmetro dos biscoitos, o que resultou em um maior fator de expansão. Além disso, também houve redução da dureza e fraturabilidade dos mesmos.

Em termos sensoriais, embora as três formulações tenham sido igualmente bem aceitas, os *cookies* elaborados com as farinhas dos triticales alcançaram as melhores notas, sendo os atributos cor, aroma e sabor os que mais contribuíram na avaliação dos biscoitos produzidos com a farinha do triticales TLD 1202, enquanto a textura foi o atributo mais relevante na aceitação dos biscoitos elaborados com a farinha do triticales BRS Minotauro.

Desta forma, foi possível substituir totalmente a farinha de trigo pela de triticales na elaboração de biscoitos tipo *cookie*, mantendo as características do produto e independentemente da quantidade de glúten da farinha.

REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists**, 10 ed. AACC, 2000.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Method 2003.06 Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages. **Journal of AOAC International**, v. 86, p. 888 - 899, 2003.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed., Washington, D.C, 2001.

ARENDRT, Elke K.; ZANNINI, Emanuele. **Cereal grains for food and beverage industries**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2013. p. 201 - 209.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de vigilância sanitária. Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União da República**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8 de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 3 jun. 2005.

CHEVALLIER, S. et al. Physicochemical behaviors of sugars, lipids, and gluten in short dough and biscuit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, p.1322 - 1326, 2000).

COLUSSI, Renata et al. Propriedades físicas de biscoitos tipo *cookie* elaborados com farinha de arroz e castanha-do-brasil. In: ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de; VANIER, N. L. (Ed.). **Anais do 5º Simpósio Brasileiro de Qualidade de Arroz**. Pelotas: UFPEL, 2012.

DELCOUR, J. A. et al. Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products. **Annual Review of Food Science and Technology**. v. 3, p. 469 - 492, 2012.

DUTCOSKY, Silvia. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.

ISO 6579. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp., 4º ed., 2002. **The International Organization for Standardization**, Amendment 1:15 jun. 2007.

MANLEY, Duncan. **Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. p. 7 - 20.

MARCINIAK, Aleksandra; OBUCHOWSKI, Wiktor; MAKOWSKA, Agnieszka. Technological and nutritional aspects of utilization triticale for extruded food production. **Food Science and Technology**, vol. 11, p. 3 - 7, 2008.

MOIRAGHI, Malena et al. Relationship between soft wheat flour physicochemical composition and cookie-making performance. **Cereal Chemistry**. v. 88, n. 2, p. 130 - 136, 2011.

OETTLER, G. The fortune of a botanical curiosity – Triticale: past, present and future. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 143, p. 329 - 346, 2005.

PEÑA, Roberto J. Food uses of triticale. In: MERGOUM, Mohamed; GÓMEZ-MACPHERSON, Helena. **Triticale improvement and production**. Rome: FAO, 2004. p. 37 - 48.

RAKHA, A.; ÅMAN, P.; ANDERSSON, R. Dietary fiber in triticale grain: variation in content, composition, and molecular weight distribution of extractable components. **Journal of Cereal Science**, v. 54, p. 324 - 331, 2011.

SINGH, M.; MOHAMED, A. Influence of gluten–soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. **LWT- Food Science and Technology**, v. 40, p. 353 - 360, 2007.

SUAS, Michel. Cookies. In: SUAS, Michel. **Advanced bread and pastry**. New York: Delmar Cengage Learning, 2008. p. 401 - 441.

VILLANUEVA, Nilda. D. M.; PETENATE, Ademir J.; SILVA, Maria A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v.16, p. 691 - 703, 2005.

APÊNDICE I – Ficha de Análise Sensorial

Análise Sensorial

Biscoitos tipo *cookie* com farinha de triticale

Sexo () F () M Idade: _____ Escolaridade _____

Amostra nº _____

Por favor, prove a amostra codificada utilizando a escala abaixo e marque um "X" em qualquer região (inclusive entre os pontos) para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos avaliados.

Aroma	0 _____	5 _____	10 _____
	Desgostei extremamente	Não gostei nem desgostei	Gostei extremamente
Sabor	0 _____	5 _____	10 _____
	Desgostei extremamente	Não gostei nem desgostei	Gostei extremamente
Cor	0 _____	5 _____	10 _____
	Desgostei extremamente	Não gostei nem desgostei	Gostei extremamente
Textura	0 _____	5 _____	10 _____
	Desgostei extremamente	Não gostei nem desgostei	Gostei extremamente
Impressão Global	0 _____	5 _____	10 _____
	Desgostei extremamente	Não gostei nem desgostei	Gostei extremamente