



Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Engenharia de Alimentos  
Departamento de Tecnologia de Alimentos



## **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TECNOLÓGICO DE MISTURAS DE FARINHAS DE TRITICALE E TRIGO EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO**

**Flávio Martins Montenegro**  
Engenheiro de Alimentos

**Dra. Fernanda Paula Collares Queiroz**  
Orientadora

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Campinas  
2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP**

M764a Montenegro, Flávio Martins  
Avaliação do desempenho tecnológico de misturas de farinhas de  
triticale e trigo em produtos de panificação / Flávio Martins  
Montenegro. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Fernanda Paula Collares-Queiroz  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Pão. 2. Bolo. 3. Farinhas mistas. 4. Triticale. 5. Trigo. I.  
Collares-Queiroz, Fernanda Paula II. Universidade Estadual de  
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

cars/bibfea

Título em inglês: Evaluation of technological performance of mixtures of triticale and  
wheat flours in bakery products

Palavras-chave em inglês (Keywords): Bread, Cake, Composite flours, Triticale, Wheat

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Fernanda Paula Collares-Queiroz

Maria Teresa Pedrosa da Silva

Rita de Cássia Salvucci Celeste Ormenese

Elizabeth Harumi Nabeshima

Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo

Data da Defesa: 24/02/2011

Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação de mestrado defendida em 24/02/2011 por Flávio Martins Montenegro aprovado pela comissão julgadora em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

---

Dra. Fernanda Paula Collares Queiroz  
(Orientadora)

---

Profa. Dra. Maria Teresa Pedrosa da Silva  
(Membro)

---

Dra. Rita de Cássia Salvucci Celeste Ormenese  
(Membro)

---

Dra. Elizabeth Harumi Nabeshima  
(Membro)

---

Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo  
(Membro)

**Dedico mais esta etapa da minha vida:**

A Deus,

A minha mãe Arlete;

Ao amor de minha vida Ana Cláudia;

E ao meu mais novo amor, Luísa.

## AGRADECIMENTOS

Novamente e sempre agradecerei a Deus por tudo em minha vida;

Ana Cláudia e Luísa, felicidade plena. Quando eu digo que sou a pessoa mais feliz do mundo, isso é porque vocês existem na minha vida. Deus, mais uma vez agradeço.

À minha mãe, Arlete, dedico mais esse passo que dou. Amor incondicional, hoje entendo perfeitamente o seu sentimento por mim e posso ter certeza que o meu amor também é. Sem a senhora em minha vida, eu não seria o que sou hoje. Obrigado por tudo que me ensinou e continua ensinando.

Aos meus amigos de toda a vida, irmãos que não tive, André e Léo, obrigado pelas lembranças de infância e por tudo que ainda passaremos juntos.

À professora e orientadora Fernanda Paula Collares Queiroz, por acreditar na ideia deste projeto, pelas palavras sempre confortantes, pela dedicação e atenção sempre que necessário, o meu muito obrigado.

À minha equipe do Cereal Chocotec - ITAL, coordenação e demais colegas, sempre com uma palavra de incentivo, apoio e compreensão. Por causa de vocês, sinto-me honrado em fazer parte desse time. Em especial à equipe de cereais e panificação, estimadas Sílvia Biondi e Cristiane Ruffi, companheiras desde o início, Marco Antonio Vilela e à turma mais nova Elizabeth Nabeshima, Izabela Alvim, Carla Léa Camargo e Christiane Ruiz.

À Denise Jardim e Ana Lúcia Fadini pelas colaborações como Conselheiras Acadêmicas do Programa de Pós-Graduação da EMBRAPA.

À Embrapa por acreditar no projeto e pela concessão da bolsa para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão de bolsas de iniciação científica que muito ajudaram a execução deste projeto e plantaram a semente da pesquisa, cumprindo o seu papel.

Ao Marco Antonio Lefèvre Gagnani e à Michele Xavier da Paz, pela ajuda inestimável e amizade ao longo deste projeto e que sempre estarão comigo.

Ao Moinho São Jorge, nas pessoas de Maritânia e do Sr. Valdecir. Sem vocês este trabalho não seria possível.

Aos Pesquisadores Dr. Alfredo do Nascimento Junior, Embrapa Trigo e Dr. Carlos Roberto Riede, IAPAR, pelas amostras cedidas e por suas pesquisas com este nobre cereal.

Aos colegas do ITAL, Rita de Cássia S. C. Ormenese, por suas palavras, conselhos no início desta carreira e colaboração e Eduardo Vicente e Maria Tereza, pela importante colaboração neste trabalho.

Sem vocês este projeto não teria se tornado realidade. Por esse motivo, minha gratidão a todos.

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - OBJETIVOS .....	2
2.1 – Objetivo geral.....	2
2.2 - Objetivos específicos.....	3
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1 – Panorama mundial do trigo e triticales.....	4
3.2 - Triticale: grão, plantio e propriedades.....	9
3.3 – Utilização de farinhas mistas .....	12
3.4 - Misturas de farinhas de triticales e trigo em produtos de panificação .....	14
3.4.1 – Pães de forma e bolos tipo inglês .....	15
4 - MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4.1 – Matérias-primas .....	18
4.1.1 - Farinha de trigo .....	18
4.1.2 - Sementes de triticales.....	18
4.1.3 - Outros ingredientes.....	18
4.2 – Métodos .....	19
4.2.1 - Condicionamento e moagem das sementes de triticales .....	19
4.2.2 – Composição centesimal das farinhas de trigo e triticales.....	20
4.2.3 - Caracterização reológica das farinhas de trigo, de triticales e de suas misturas.....	20
4.2.3.1 – Teor de umidade .....	20
4.2.3.2 – Número de queda ou <i>Falling number</i> .....	20
4.2.3.3 - Análise de cor .....	20
4.2.3.4 - Teor de glúten.....	21
4.2.3.5 – Farinografia .....	21
4.2.3.6 - Alveografia .....	21
4.2.4 - Avaliação do potencial de aplicação de farinha de triticales em produtos de panificação .....	21
4.2.5 - Produção de pão de forma.....	22
4.2.5.1 - Mistura dos ingredientes .....	23
4.2.5.2 - Divisão e boleamento.....	24
4.2.5.3 - Descanso (Fermentação intermediária) .....	24
4.2.5.4 - Moldagem .....	24

4.2.5.5 - Fermentação final .....	24
4.2.5.6 - Forneamento.....	25
4.2.5.7 - Embalagem .....	25
4.2.6 - Produção de bolo tipo inglês .....	25
4.2.6.1 - Formação do creme .....	26
4.2.6.2 - Mistura dos ingredientes em pó .....	27
4.2.6.3 - Formação do <i>batter</i> .....	27
4.2.6.4 - Divisão do <i>batter</i> .....	27
4.2.6.5 - Forneamento.....	27
4.2.6.6 - Embalagem .....	27
4.2.7 – Acompanhamento da estabilidade das amostras produzidas .....	27
4.2.7.1 - Volume específico.....	28
4.2.7.2 - Teor de umidade .....	28
4.2.7.3 - Análise colorimétrica .....	28
4.2.7.4 - Atividade de água .....	29
4.2.7.5 - Textura instrumental .....	29
4.2.8 – Análise estatística dos resultados .....	29
4.2.9 - Avaliação sensorial .....	30
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
5.1 – Teores de umidade dos grãos de triticales .....	31
5.2 – Moagem dos grãos de triticales .....	31
5.3 – Composição centesimal e caracterização de aminoácidos para as farinhas de trigo e triticales .....	32
5.4 – Caracterização físico-química e reológica das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales .....	34
5.4.1 – Teor de umidade das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales.....	34
5.4.2 – <i>Falling number</i> , ou número de queda, das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales.....	36
5.4.3 – Colorimetria das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales.....	38
5.4.4 – Análise de glúten das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales.....	40
5.4.5 – Farinografia das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales.....	42

5.4.6 – Alveografia das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticale.....	45
5.5 – Acompanhamento da vida-de-prateleira dos pães de forma produzidos com farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticale .....	47
5.5.1 – Volume específico dos pães de forma .....	47
5.5.2 – Teor de umidade dos pães de forma.....	49
5.5.3 – Colorimetria dos pães de forma .....	51
5.5.4 – Atividade de água dos pães de forma.....	54
5.5.5 – Textura instrumental dos pães de forma .....	56
5.5.6 – Análise sensorial dos pães de forma.....	57
5.5.6.1 Caracterização do grupo de consumidores recrutado para os testes sensoriais .....	58
5.5.6.2 Teste de aceitabilidade e intenção de compra .....	59
5.6 – Acompanhamento da vida-de-prateleira dos bolos tipo inglês produzidos com farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticale .....	64
5.6.1 – Volume específico dos bolos industriais.....	64
5.6.2 – Teor de umidade dos bolos industriais.....	66
5.6.3 – Colorimetria dos bolos industriais.....	68
5.6.4 – Atividade de água dos bolos industriais .....	72
5.6.5 – Textura instrumental dos bolos industriais .....	73
5.6.6 – Análise sensorial dos bolos industriais.....	75
5.6.6.1 Caracterização do grupo de consumidores recrutado para os testes .....	75
5.6.6.2 Teste de aceitabilidade e intenção de compra .....	76
6 – CONCLUSÕES .....	82
7 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	85
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) .....	92
ANEXO 1 – Parecer do Comitê de ética em Pesquisa sobre o projeto .....	93

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Países produtores de triticales;

**Tabela 2.** Indicadores do setor de pães industriais;

**Tabela 3.** Indicadores do setor de bolos industriais;

**Tabela 4.** Proporção das misturas de farinha de trigo e triticales que foram aplicadas em formulações industriais para a produção de pão de forma e bolo industriais;

**Tabela 5.** Formulações dos pães de forma empregadas em testes em planta-piloto;

**Tabela 6.** Formulações dos bolos empregadas em testes em planta-piloto;

**Tabela 7.** Teor de umidade dos grãos de triticales estudados;

**Tabela 8.** Rendimento da etapa de moagem das cultivares de triticales;

**Tabela 9.** Composição centesimal e teores de aminoácidos das farinhas estudadas;

**Tabela 10.** Teor de umidade das misturas de farinhas estudadas;

**Tabela 11.** Falling number, ou número de queda das farinhas analisadas;

**Tabela 12.** Colorimetria das farinhas analisadas;

**Tabela 13.** Teores e índice de glúten das farinhas analisadas;

**Tabela 14.** Farinografia das farinhas analisadas;

**Tabela 15.** Alveografia das farinhas analisadas;

**Tabela 16.** Volume específico dos pães de forma analisados para a cultivar IPR111;

**Tabela 17.** Volume específico dos pães de forma analisados para a cultivar IAC 5;

**Tabela 18.** Volume específico dos pães de forma analisados para a cultivar EMBRAPA 53;

**Tabela 19.** Umidade dos pães de forma analisados durante 30 dias;

**Tabela 20.** Colorimetria dos pães de forma analisados, parâmetro L\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 21.** Colorimetria dos pães de forma analisados, parâmetro a\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 22.** Colorimetria dos pães de forma analisados, parâmetro b\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 23.** Atividade de água dos pães de forma analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 24.** Textura instrumental dos pães de forma analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 25.** Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de pão de forma;

**Tabela 26.** Frequências de aceitação, indiferença e rejeição à aparência, aroma, sabor, maciez e produto de modo global e frequências de intenção positiva de compra, incerteza e intenção negativa de compra das amostras de pão de forma;

**Tabela 27.** Principais gostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de pão de forma (Números indicam a frequência com que foram citados);

**Tabela 28.** Desgostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de pão de forma (Números indicam a frequência com que foram citados);

**Tabela 29.** Volume específico dos bolos industriais analisados para a cultivar IPR111;

**Tabela 30.** Volume específico dos bolos industriais analisados para a cultivar IAC 5;

**Tabela 31.** Volume específico dos bolos industriais analisados para a cultivar EMBRAPA 53;

**Tabela 32.** Umidade dos bolos industriais analisados durante 30 dias;

**Tabela 33.** Colorimetria dos bolos industriais analisados, parâmetro L\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 34.** Colorimetria dos bolos industriais analisados, parâmetro a\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 35.** Colorimetria dos bolos industriais analisados, parâmetro b\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 36.** Atividade de água dos bolos industriais analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 37.** Textura instrumental dos bolos industriais analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento;

**Tabela 38.** Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de bolo industrial;

**Tabela 39.** Frequências de aceitação, indiferença e rejeição à aparência, aroma, sabor, maciez e produto de modo global e frequências de intenção positiva de compra, incerteza e intenção negativa de compra das amostras de bolo industrial;

**Tabela 40.** Principais gostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de bolo industrial (Números indicam a frequência com que foram citados);

**Tabela 41.** Desgostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de bolo industrial (Números indicam a frequência com que foram citados)

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Série histórica de produção de trigo no Brasil. Fonte: CONAB, 2010;
- Figura 2.** Distribuição da produção nacional de trigo, safra 2010. Fonte: CONAB, 2010;
- Figura 3.** Espigas e grãos de trigo (A), centeio (B) e triticales (C);
- Figura 4.** Dados de área plantada (a), produtividade (b) e produção de triticales (c). Fonte: Conab, 2010;
- Figura 5.** Segmentação da farinha de trigo por setor da indústria. Fonte: Abima, 2010;
- Figura 6.** Fluxograma de processo de fabricação de pão de forma pelo método direto adaptado;
- Figura 7.** Fluxograma de processo de fabricação de bolo inglês pelo método de creme;
- Figura 8.** Pães de forma produzidos com farinha de triticales da cultivar EMBRAPA 53. (a) 100% trigo; (b) 30% Embrapa 53; (c) 50% Embrapa 53; (d) 70% Embrapa 53; (e) 100% Embrapa 53;
- Figura 9.** Faixa etária (a), classe social (b), tipos de pão de forma consumidos (c) e frequência de consumo (d) citados pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras;
- Figura 10.** Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos para a intenção de compra das amostras de pão de forma;
- Figura 11.** Bolos industriais produzidos com farinha de triticales da cultivar IPR 111. (a) 100% trigo; (b) 30% IPR 111; (c) 50% IPR 111; (d) 70% IPR 111;
- Figura 12.** Faixa etária (a), classe social (b) e frequência de consumo de bolos (c) citados pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras;
- Figura 13.** Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos para a intenção de compra das amostras de bolo industrial

## RESUMO

O triticale (híbrido do trigo e centeio) apresenta maior e melhor qualidade nutricional e uma flexibilidade ambiental maior que os outros cereais, incluindo o trigo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da aplicação de farinha de triticale, originada de cultivares recomendadas para cultivo e desenvolvidas por Institutos de Pesquisa Brasileiros (IAC, IAPAR e Embrapa), em substituição à farinha de trigo em produtos de panificação (pão de forma e bolo tipo inglês), visando à obtenção/seleção de misturas com qualidade tecnológica e sensorial aceitáveis e promover o uso deste cereal tão pouco usado para o consumo humano. Sua farinha pode substituir parcialmente, na panificação, a de trigo, diminuindo com isso a demanda de importação de trigo. Foram propostos os níveis de 30, 50, 70 e 100% de incorporação de farinha de triticale das três cultivares estudadas, em substituição à farinha de trigo, onde estas proporções foram inicialmente caracterizadas físico-química e reologicamente. Posteriormente, foram produzidos os pães de forma e bolos industriais, que tiveram suas vidas-de-prateleiras acompanhadas por 30 dias, pela realização das análises de volume específico, teor de umidade, colorimetria (parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), atividade de água ( $A_w$ ) e textura instrumental (parâmetro firmeza). Pelo conjunto dos resultados do acompanhamento analítico, escolheu-se a cultivar EMBRAPA 53, em todas as proporções propostas, e a cultivar IPR 111, nos níveis de incorporação de 30, 50 e 70%, para a aplicação em pão de forma e bolos industriais, respectivamente, que foram avaliados sensorialmente utilizando-se o teste de aceitação e intenção de compra por 60 provadores. Os pães de forma foram bem avaliados, com altos índices de aprovação, com destaque para a amostra produzida com 50% de farinha de triticale da cultivar EMBRAPA 53, que não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) com relação à amostra produzida somente com farinha de trigo, para todos os atributos sensoriais avaliados. Os bolos industriais nas proporções avaliadas também receberam altos índices de aprovação, porém os bolos produzidos com 30 e 50% de farinha da cultivar IPR 111 foram as amostras que não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) com relação à amostra produzida somente com farinha de trigo, para todos os

atributos avaliados. É importante ressaltar que as formulações utilizadas neste estudo, tanto para pão de forma quanto para bolos tipo inglês, são formulações básicas e que não receberam aditivações, normalmente utilizadas pela indústria deste tipo de produto. Estes fatos justificam e permitem afirmar que todas as cultivares estudadas, IAC 5, IPR 111 e EMBRAPA 53 possuem um grande potencial para serem utilizadas em produtos de panificação, sem desencadear a necessidade de grandes ajustes de processos e formulações e proporcionando produtos com qualidade igual ou superior aos produzidos apenas com farinha de trigo.

**Palavras-chave:** pão de forma, bolo industrial, farinha de triticales, farinhas mistas, substitutos do trigo.

## ABSTRACT

Triticale (hybrid of wheat and rye) presents more and better nutritional quality and higher environmental flexibility than other cereals, including wheat. The objective of this study was to evaluate the application performance of triticale flour originated from recommended cultivars for cultivation and developed by Brazilian Research Institutes (IAC, IAPAR and Embrapa), replacing the wheat flour in bakery products (loaf bread and industrial pound cake) aiming to obtain / select blends with acceptable sensory and technological quality and promote the use of this grain few used for human consumption. Its flour can be partially replaced the wheat flour in bakery, thus reducing the demand for wheat imports. Levels of 30, 50, 70 and 100% were proposed for inclusion of triticale flour of these studied cultivars, in substitution of wheat flour, where these proportions were first characterized physicochemical and rheological. Later, they produced breads and industrial pound cakes, and their 30 days of shelf life were followed by analyzes of specific volume, moisture content, color space (parameters  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), activity water ( $A_w$ ) and instrumental texture (firmness parameter). For all the results of analytical monitoring, EMBRAPA 53 had been chosen, in all ratios proposals, and IPR 111, in the levels of incorporation of 30, 50 and 70%, to conduct the sensory analysis applying the acceptance test and the intention of purchase by 60 panelists in bread and industrial pound cake, respectively. The bread was well evaluated, with high approval ratings, especially for the sample produced with 50% of EMBRAPA 53 cultivar triticale flour that showed no significant difference ( $p < 0.05$ ), in comparison with a sample produced with wheat flour for all sensory attributes evaluated. Industrial pound cakes proportions evaluated also received high approval ratings, but the cakes produced with 30 and 50% flour of IPR 111, were not significantly different ( $p < 0.05$ ), in comparison with the sample produced with wheat flour for all sensory attributes. It is important to note that the formulations used in this study, both for bread and for industrial pound cakes, were basic formulations and did not receive additives, normally used by the industry of this type of product. These points justify and allow us to say that all cultivars, IAC 5, IPR 111 and EMBRAPA 53, have a great potential for use in bakery products without major adjustments of

processes and formulations and providing products with quality equal or superior to those produced with wheat flour.

**Keywords:** loaf bread, industrial pound cake, triticale flour, composite flours, wheat substitute.

## 1 - INTRODUÇÃO

Historicamente, o trigo vem sendo um dos campeões de importação da balança comercial brasileira e a Argentina continua sendo o nosso maior fornecedor do grão. Entretanto, o Brasil está sujeito a crises de abastecimento devido às constantes instabilidades econômicas da Argentina, com isso, sempre há a necessidade de buscar novos parceiros a fim de suprir a demanda interna. Nos últimos anos, novas relações estão sendo consolidadas, como com o Paraguai e Uruguai, com aumento ano a ano do total de trigo importado, além de recorrer também a outros países exportadores históricos (Estados Unidos, Canadá e Europa).

A demanda do Brasil continua em um patamar estável de 10,5 milhões de toneladas, que tem permanecido inalterada nos últimos dez anos. A produção interna é bastante variável e depende dos preços praticados e a disponibilidade de trigo de nossos parceiros, para se definir a área a ser plantada para a safra seguinte, além da concorrência com outras culturas, o que aumenta ainda mais a disputa pelas áreas livres disponíveis. Em 2010, a produção foi aproximadamente de 6 milhões de toneladas (CONAB, 2010).

A região sul do país é responsável por cerca de 92% da produção nacional de trigo, com o Paraná figurando como o maior produtor, e contribuindo com cerca de 2,6 milhões de toneladas em 2009/10 (CONAB, 2010a).

Pelos motivos citados, a busca por matérias-primas alternativas ao trigo se torna cada vez mais necessária, a fim de se propor alternativas viáveis tecnologicamente. O Triticale (*Triticosecale wittmack*) surgiu como grande esperança para reverter este problema. Trata-se do primeiro cereal desenvolvido pelas mãos do homem, produzido pelo cruzamento do trigo (*Triticum spp.*) com o centeio (*Secale cereale L.*) (SERNA-SALDIVAR; GUAJARDO-FLORES; VIESCA-RIOS, 2004). Alguns autores veem este cereal com um bom futuro por sua flexibilidade ambiental ser maior que a de outros cereais e por mostrar melhor tolerância às doenças, seca e pragas (DARVEY; NAEEM; GUSTAFSON, 2000).

O Triticale possui maior e melhor qualidade nutricional, com maior equilíbrio de aminoácidos e, em particular, maior quantidade de lisina que o trigo,

além disso, também possui melhor qualidade panificável que o centeio (NAEEM *et al.*, 2002). Sua qualidade panificável inferior a do trigo se deve à formação de uma massa com estrutura mais fraca (TSEN; HOOVER; FARREL, 1973; PEÑA; BALANCE, 1987). Do ponto de vista reológico, é uma farinha que se desenvolve rapidamente, absorve menos água e possui menor estabilidade que a farinha de trigo.

Alguns trabalhos reportam que algumas sementes atuais de triticales possuem bom potencial para panificação e, por este motivo, podem ser consideradas exceções (NAEEM *et al.*, 2002).

Sabendo que atualmente novas cultivares estão sendo desenvolvidas e com a finalidade de completar a pesquisa agrônômica, visto que serão utilizadas sementes de triticales fornecidas pelos institutos IAC-SP, IAPAR – PR e EMBRAPA-RS, é que este estudo está sendo proposto. Os resultados desta pesquisa podem se tornar um incentivo aos produtores e empresas que beneficiam grãos para a aplicação em produtos de grande consumo, tais como pão de forma e bolos industriais.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 – Objetivo geral**

Esta pesquisa tem por objetivo estudar a aplicação de farinha de triticales, originada das cultivares IPR 111, IAC 5 Canindé e EMBRAPA 53, em substituição à farinha de trigo em produtos de panificação (pão de forma e bolo tipo inglês), visando a obtenção/seleção de misturas com qualidade tecnológica e sensorial aceitáveis.

## **2.2 - Objetivos específicos**

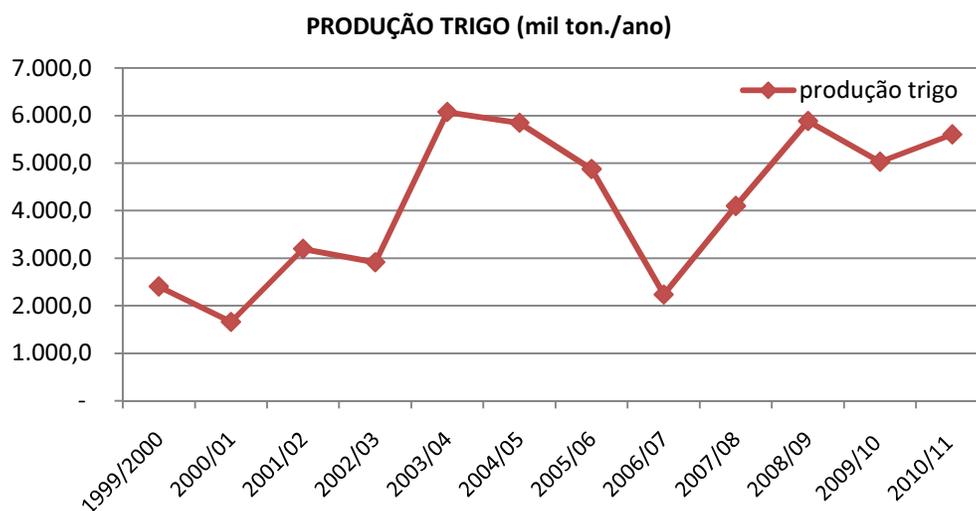
- Avaliar o desempenho reológico e caracterizar físico-quimicamente as farinhas de triticales obtidas a partir de três cultivares (IPR 111, IAC 5 Canindé e EMBRAPA 53) e suas misturas com farinha de trigo;
- Avaliar o potencial tecnológico de misturas de farinha de triticales e de trigo em produtos de panificação (pão de forma e bolo tipo inglês);
- Avaliar a aceitação sensorial dos produtos obtidos com as misturas das farinhas.

### 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 – Panorama mundial do trigo e triticale

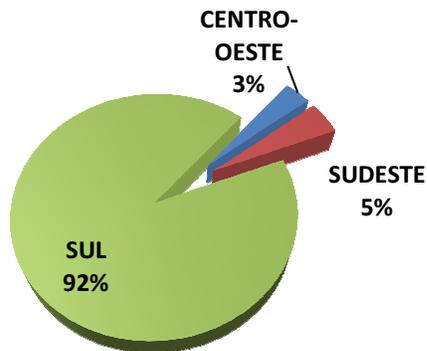
A busca por matérias-primas alternativas ao trigo se faz, cada vez mais, necessária para equilibrar um *déficit*, que já é histórico na balança comercial brasileira, pois o trigo continua sendo um dos principais itens de importação em alimentos da balança comercial, totalizando um montante de quase US\$ 1,26 bilhão até outubro de 2010. A Argentina é o nosso principal fornecedor, com uma fatia de aproximadamente 61% do total do trigo importado para atender nossa demanda em produtos que utilizam a farinha deste cereal (ABITRIGO, 2010).

A produção nacional de trigo sempre sofreu grandes oscilações de produção, conforme apresentado na Figura 1, grande parte em decorrência de fatores climáticos, preços praticados para o trigo nacional e concorrência com outras culturas. Por estes motivos, o Brasil não consegue se tornar auto-suficiente na produção de trigo. A demanda nacional por este cereal sofre um processo de estabilização que há pelo menos dez anos, necessita na faixa de 10 à 10,8 milhões de toneladas por ano.



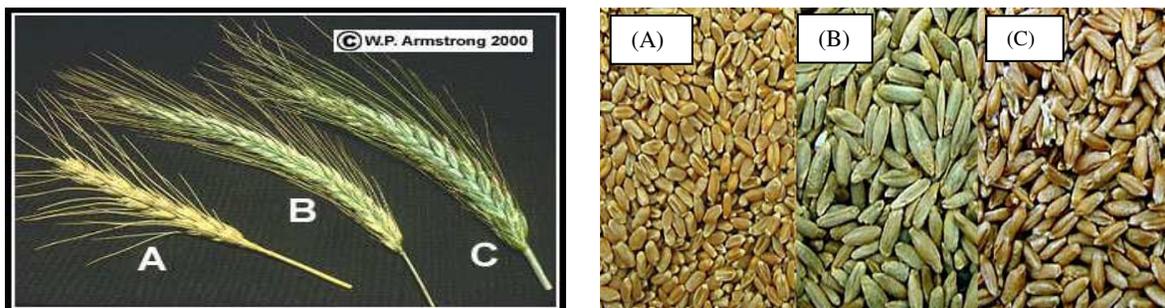
**Figura 1.** Série histórica de produção de trigo no Brasil. Fonte: CONAB (2010a)

A Região Sul do país constitui-se na principal região produtora de trigo, com aproximadamente 92% do total nacional produzido neste ano, seguida pela região Sudeste e Centro-Oeste, de acordo com Figura 2 (CONAB, 2010a).



**Figura 2.** Distribuição da produção nacional de trigo, safra 2010. Fonte: CONAB (2010a).

O triticale (*Triticosecale wittmack*) surgiu no século XIX como a grande esperança para reverter esse panorama. Foi o primeiro cereal desenvolvido pelas mãos do homem, produzido pelo cruzamento do trigo (*Triticum* spp.) com o centeio (*Secale cereale* L.) (SERNA-SALDIVAR; GUAJARDO-FLORES; VIESCARIOS, 2004), são apresentados na Figura 3. Alguns autores veem o triticale como um cereal de futuro promissor por sua flexibilidade ambiental ser maior que a de outros cereais e por mostrar melhor tolerância às doenças, secas e pragas (DARVEY; NAEEM; GUSTAFSON, 2000).



**Figura 3.** Espigas e grãos de trigo (A), centeio (B) e triticale (C)

A produção mundial de triticale mostra um forte crescimento, com um aumento considerável da área plantada, a partir da década de 80. Este forte crescimento da produção deve-se ao aumento do rendimento por hectare (VARUGHESE; PFEIFFER; PEÑA, 1996; FAO, 2009), indicando que esse cereal logo terá grande parcela na alimentação humana. Dados da FAO (2009) mostram que, em 1980, a produção mundial era de aproximadamente 170 mil toneladas e, em 2008, chegou à aproximadamente 12,7 milhões de toneladas, sendo que a área plantada saltou de 91 mil hectares para aproximadamente 3,7 milhões de hectares.

A Europa aparece como a principal região produtora de triticale no mundo, onde destacam-se, como os principais países produtores, a Polônia, Alemanha, França e Bielorrússia, com produção superior a 1,8 milhões de toneladas. A Tabela 1 mostra os principais produtores mundiais deste cereal no ano de 2008, onde o Brasil aparece na 10ª posição (FAO, 2009).

**Tabela 1.** Países produtores de triticale

<b>Classificação</b>	<b>Países</b>	<b>Produção (Mil. Ton.)</b>
1	Polônia	4.459.610
2	Alemanha	2.381.470
3	França	1.820.950
4	Bielorrússia	1.818.650
5	Hungria	503.369
6	Lituânia	311.000
7	Suécia	274.100
8	Rep. Checa	255.568
9	Áustria	250.677
10	Brasil	184.604
11	China	180.000
12	Turquia	93.723
13	Suíça	58.854
14	Eslováquia	47.218
15	Portugal	41.500
16	Letônia	35.200
17	Estônia	21.800
18	Luxemburgo	21.618
19	Sérvia	1.500

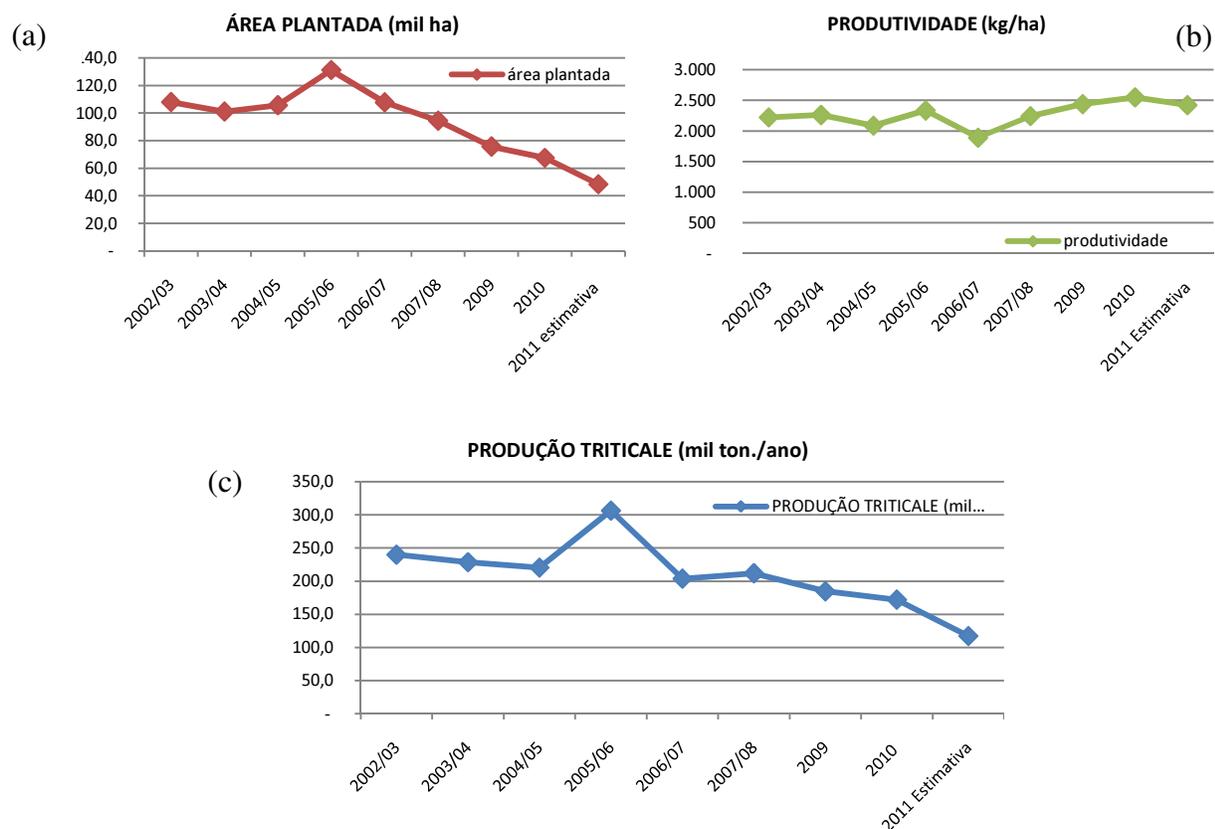
Fonte: FAO, 2009.

O triticale foi introduzido no Brasil em 1961 e o primeiro cultivo comercial ocorreu um pouco mais de 20 anos depois, em 1982, quando foram introduzidas nove cultivares do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), localizado no México, e desde então, os primeiros trabalhos científicos surgiram com o objetivo de avaliar o seu potencial de aplicação em produtos para consumo humano, principalmente em produtos de panificação (LEITÃO *et al.*, 1979; LEITÃO *et al.*, 1984; NASCIMENTO JUNIOR; WIETHOLTER; BAIER, 2005).

Mesmo não se tratando de sementes que estavam adaptadas às condições de solo e clima brasileiros, os trabalhos realizados nessa época constataram sua viabilidade em misturas com farinha de trigo para a obtenção de pães com qualidade satisfatória, porém havendo necessidade de algumas modificações de processo, além de produzirem biscoitos com boa qualidade (LEITÃO, 1978).

No Brasil, a área plantada em 2005/06 foi de aproximadamente 131 mil hectares, recorde histórico, porém nos anos seguintes, ocorreram sucessivas reduções, como em 2008/09, 2010 e previsão de redução também em 2011, para 75,7; 67,5 e 48,4 mil hectares, respectivamente (CONAB, 2010b), conforme apresentado na Figura 4.

Mesmo com uma queda bastante significativa em área plantada, a produtividade, pelo contrário, mostra uma tendência de aumento em virtude dos esforços recentes de institutos de pesquisas estaduais e federais para o desenvolvimento de novas cultivares com excelentes rendimentos, gerando boas expectativas e, com isso, esperando reacender o interesse por este cereal. Para os anos citados de 2008/09 e 2010, as produtividades foram de 2,44 ton/ha e 2,55 ton/ha, respectivamente, sendo esta última recorde na série histórica brasileira (CONAB, 2010b).



**Figura 4.** Dados de área plantada (a), produtividade (b) e produção de tritcale (c)  
Fonte: Conab (2010b).

Outro fator importante do trabalho proposto é poder indicar, caso se obtenha bons resultados, um uso mais nobre deste cereal, utilizando-o em mais produtos para o consumo humano, visto que atualmente a maior parcela de sua produção é destinada à ração animal e uma pequena parcela é utilizada na produção de biscoitos, massas para pizzas e cereais (AGRONLINE, 2009). Com isso, pode-se aumentar a produção deste cereal e diminuir os gastos com importação de trigo.

### 3.2 - Triticale: grão, plantio e propriedades

O triticale foi o primeiro cereal desenvolvido pelo homem. É resultante do cruzamento entre os gêneros *Triticum* (trigo) e *Secale* (centeio), onde a combinação dos nomes destes gêneros originou o nome triticale (*Triticosecale wittmack*). Se o trigo, do qual se parte para a hibridização, for um tetraplóide (*T. durum*), o triticale resultante será um hexaplóide. Caso seja um trigo hexaplóide, o triticale final será um octaplóide e o centeio, em ambas as situações é diplóide. De longe, os triticales hexaplóides vêm provando serem mais estáveis que os triticales octaplóides, porém é importante enfatizar que mesmo os mais estáveis estão sujeitas a uma alta variabilidade pelo fato de não ser uma simples espécie, assim como é também para o trigo e para o centeio (JARDINE, 1981; HULSE; LAING, 1974).

O grão de triticale se assemelha às espécies que o originaram, centeio e trigo, na sua morfologia. Desenvolvem-se dentro de uma espiga que pode gerar mais ou menos cem grãos de triticale. Na prática, é raro mais do que 50% destes grãos serem férteis. Espigas (cabeças) maduras de triticale possuem aproximadamente 15 cm de comprimento. Os grãos normalmente são maiores que os de trigo, cujo seu tamanho varia de 10 a 12 mm de comprimento e 3 mm de largura. Os seus componentes são: o embrião ou germe, separado do endosperma amiláceo pelo escutellum, e as camadas celulares ou pericarpo que recobrem todo o grão (TSEN; HOOVER; FARREL, 1973).

Possui uma fenda central que se estende de uma extremidade a outra do grão chamada *crease*, que particulariza a etapa de moagem de cereais que possuem esta característica. Normalmente, apresenta coloração marrom amarelado que é escondida pelas camadas externas do pericarpo.

O pericarpo envolve todo o grão e suas camadas mais externas compreendem a epiderme, hipoderme e finas paredes celulares, originadas pela degeneração da superfície do pericarpo.

A epiderme, camada celular ou hialina, compreende os tecidos celulares restantes que, assim como no trigo, envolvem o grão inteiro com exceção de grande parte do embrião.

A camada de aleurona no triticales é muito mais irregular no formato, que no trigo. As células variam bastante em tamanho e as paredes tendem a variar também na espessura. Assim como no trigo, a camada da aleurona é considerada parte do início da camada do endosperma, é biologicamente ativa e possui grande quantidade de enzimas (TSEN, 1974).

Normalmente, em variedades de triticales, as células do endosperma são divididas em três tipos: periférica ou sub-aleurona, prismática e central, que vão se diferenciar pelo grau de compactação e pelo tamanho dos grânulos, sendo menores na região central do grão (TSEN, 1974).

O germe ou embrião do triticales assemelha-se muito com o do trigo onde a maior parte dos lipídios e muitos dos nutrientes essenciais estão concentrados nesta parte do grão (TSEN; HOOVER; FARREL, 1973)

O triticales possui maior e melhor qualidade nutricional, com maior equilíbrio de aminoácidos e, em particular, maior quantidade de lisina do que o trigo e melhor qualidade panificável que o centeio (NAEEM *et al.*, 2002). Sua qualidade panificável, inferior ao trigo, é devido à formação de uma massa com estrutura mais fraca (TSEN; HOOVER; FARREL, 1973; PENA; BALLANCE, 1987). Reologicamente, é uma farinha que desenvolve rapidamente, absorve menos água e possui menor estabilidade que a farinha de trigo (UNREAU; JENSKINS, 1964).

Alguns trabalhos reportam que algumas sementes atuais de triticales possuem bom potencial para panificação e, por esse motivo, podem ser consideradas exceções (NAEEM *et al.*, 2002; AMAYA; PEÑA; VARUGHESE, 1986).

Com estas vantagens do ponto de vista químico e com melhorias reológicas que algumas cultivares tem atingido, o triticales tem se destacado por possui todas as qualidades para gerar alimentos de boa qualidade, podendo se tornar, em futuro próximo, uma importante matéria-prima para alimentos à base de cereais para o consumo humano.

A cultivar IAC 5 Canindé, do Instituto Agrônomo de Campinas, foi lançada em 2005 e é indicada para plantio no Estado de São Paulo. Dentre suas características, destacam-se a sua produtividade, apresentando bom potencial de rendimento de grãos nas condições de cultivo de sequeiro. Possui as seguintes características agrônômicas: porte baixo (120 a 135 cm), moderadamente resistente ao acamamento, resistência ao crestamento, resistente a ferrugem da folha e oídio e moderada resistência às manchas foliares causadas por helmintosporiose e alta suscetibilidade à brusone. É reportado a esta cultivar a sua resistência a debulha natural e ser moderadamente sensível à germinação na espiga e é considerada uma cultivar de ciclo médio (135 a 145 dias da germinação a colheita). A qualidade de sua farinha é fraca portanto, recomenda-se adicionar o máximo de 20% a farinha de trigo (IAC, 2010).

A cultivar IPR 111, do Instituto Agrônomo do Paraná, foi lançada em 2004, possui características de hábitos vegetativos semi-vertical, posição intermediária das folhas, altura média da planta de 99 cm, coloração clara das espigas e grãos vermelho claros, sendo tolerante à debulha natural. Possui resistência à ferrugem da folha, do colmo, ao carvão, ao oídio, sendo moderadamente susceptível à giberela, helmintosporiose, ao acamamento e susceptível à brusone. Quanto à sua qualidade industrial, é normalmente indicada para a produção de biscoitos (IAPAR, 2010).

A cultivar EMBRAPA 53, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, lançada em 1996, é recomendada para plantio na região sul do Brasil, possui rendimento superior a 3.200 kg/ha. É resistente à ferrugem da folha, do colmo, ao oídio e ao carvão. Possui moderada resistência à septoriose, bacteriose e é susceptível à giberela e à brusone (EMBRAPA, 2010).

### 3.3 – Utilização de farinhas mistas

Seibel (2007) define farinhas mistas ou compostas como sendo a mistura de farinhas de tubérculos, ricos em amido (mandioca, inhame, batata doce), e/ou farinhas ricas em proteínas, proveniente de sementes oleaginosas (farinha de soja e amendoim), e/ou farinhas de outros cereais (milho, arroz, milho, sorgo, centeio, triticale), com ou sem farinha de trigo.

Muitas vezes as farinhas mistas ou compostas são confundidas com as pré-misturas de farinhas, que são normalmente comercializadas por moinhos. As pré-misturas, além das farinhas que as caracterizam, também contêm todos os ingredientes não perecíveis da formulação final. Já as farinhas mistas ou compostas, são somente as misturas das farinhas puras.

O uso destas farinhas em produtos de panificação, como por exemplo em pães, é realizado há muitos anos, e antes mesmo do pão feito com trigo, já se produzia pães de milho na América do Sul, de sorgo na África, de centeio no nordeste e leste europeu e de mandioca em países tropicais, sempre fazendo o uso de produtos das culturas locais (DE RUITER, 1978).

Nas décadas de 60 e 70, as farinhas mistas ou compostas receberam as atenções das comunidades de pesquisas do Brasil e internacionais, onde na maioria dos estudos havia financiamento da FAO – *Food and Agriculture Organization*, organização para alimentos e agricultura das Nações Unidas (SEIBEL, 2007).

Devido ao aumento da população nos países em desenvolvimento e também às mudanças nos hábitos alimentares, o consumo de um produto básico, como o pão, também tem aumentado ano a ano. Para a maior parte destes países, o trigo ou a farinha de trigo, tem que ser importados, desde que as condições locais não permitam o seu crescimento. Com isso, esta dificuldade vem ocasionando um efeito adverso na balança comercial interna.

Em virtude desta dificuldade real, e cada dia mais presente, a FAO e vários países em desenvolvimento vêm estudando diversas possibilidades de substituir o trigo, necessário para a produção de produtos como pão e macarrão, parcial ou totalmente, por produtos alternativos ao trigo, que cresçam sem dificuldades

nestes locais de grande necessidade e que agreguem algum tipo de benefício, seja nutricional ou tecnológico, ao consumidor (JISHA *et al.*, 2008; CHATELANAT, 1973).

Dentre as fontes possíveis e que vem sendo estudadas desde então, podemos destacar os tubérculos, como a mandioca, inhame e batata doce, as farinhas ricas em proteínas, como as farinhas de soja, amendoim, grão de bico, e os outros cereais, como milho, arroz, milheto, sorgo e também o triticale (GUILHERME; JOKL, 2005; EL DASH; MAZZARI; GERMANI, 1994; CIACCO; D'APPOLONIA, 1978)

As farinhas provenientes de fontes diferentes do trigo, e por esse motivo chamadas de não panificáveis, são aquelas cuja massa formada através da mistura com água e pelo batimento mecânico, não formam a estrutura viscoelástica do glúten e desta forma, seus pães não apresentam qualidade idêntica aos pães produzidos com farinha de trigo. Para o aproveitamento destas farinhas é necessário misturá-las à farinha de trigo, com predominância desta última nas proporções da mistura. (FREITAS; STERTZ, WASZCZYNSKYJ, 1997).

A formulação de uma farinha mista para uso em panificação e confeitaria deve considerar alguns aspectos para que seja viável a sua aplicação. Dentre os vários aspectos, destacam-se as propriedades reológicas da massa e as características físicas, sensoriais e nutricionais das matérias-primas empregadas na formulação. Além disto, os produtos devem apresentar valor nutricional pelo menos igual ao daqueles com farinha de trigo pura e o custo final das misturas deve ser igual ou inferior ao preço final da farinha de trigo pura (EL DASH; MAZZARI; GERMANI, 1994, FIGUEIREDO *et al.*, 1978).

Alguns estudos indicam que a adição, com manutenção das características iniciais do pão de farinha pura de trigo, somente é possível até 20%, desde que sejam empregados aditivos e produtos enzimáticos, assim como efetuados tratamentos prévios de ordem física nas farinhas não panificáveis (BAR; PIZZINATTO, 1979).

De acordo com CIACCO e APPOLONIA (1978), a substituição de parte da farinha de trigo por farinha de tubérculos, nos produtos de panificação, é possível

nos níveis de 5 a 15%, sem afetar a qualidade do produto final, sendo que pães produzidos com 10% de farinha de mandioca apresentam boa aceitabilidade.

As farinhas mistas devem combinar alto valor nutritivo com boas características de processamento e sob o ponto de vista da qualidade, seus produtos devem ser comparáveis aos similares de trigo. O uso de farinhas mistas pode proporcionar melhoria da qualidade nutricional dos alimentos consumidos pela população, em função da escolha de seus componentes e proporções, além de servir como estímulo à agricultura e à indústria local (BAR; PIZZINATTO, 1979).

### **3.4 - Misturas de farinhas de triticales e trigo em produtos de panificação**

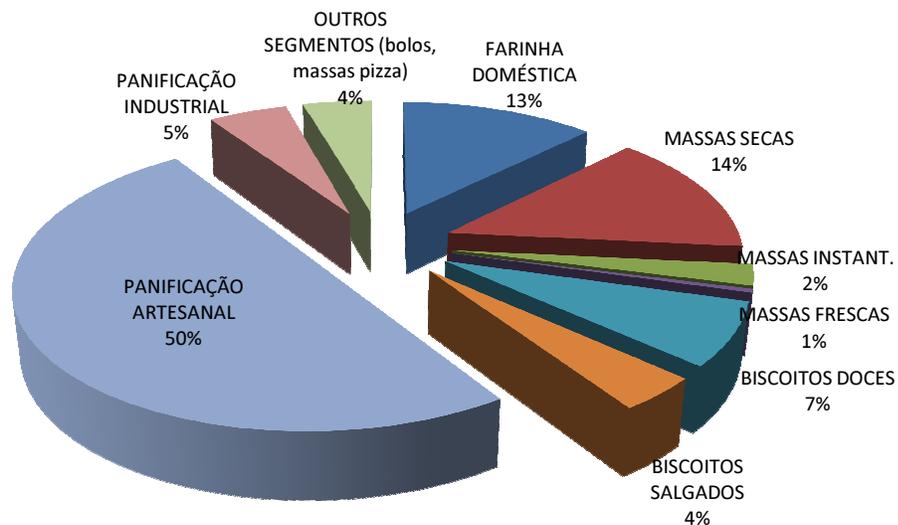
Apesar de algumas cultivares de triticales possuírem boa qualidade panificável, a maioria ainda possui características reológicas inferiores ao trigo. Por esse motivo, uma alternativa viável tecnologicamente, para promover a melhoria das características de panificação da farinha de triticales, seria a mistura das duas farinhas. Em estudo recente, foi evidenciado que a adição de 30% de farinha de triticales resultou em pães com qualidade satisfatória (NAEEM *et al.*, 2002). Em estudos anteriores, Peña e Amaya (1992) indicaram que pães de qualidade aceitável poderiam ser produzidos com a utilização de 50% de farinha de triticales sem prejuízo ao volume específico do pão produzido.

Tohver *et al.* (2005) conduziram testes com farinhas de triticales obtidas de cultivares do Norte da Europa, elaborando pré-misturas com 30, 50 e 70% de farinha de triticales e farinha de trigo que foram comparadas com pão produzido com 100% de farinha de trigo. Os resultados concordaram com Peña e Amaya (1992), onde pães produzidos com misturas de 50% de farinha de triticales e farinha de trigo apresentaram qualidades similares aos pães elaborados somente com farinha de trigo. A análise sensorial indicou que a farinha de triticales pode ser usada satisfatoriamente como um bom ingrediente em panificação. Todos os pães elaborados com farinhas das cultivares estudadas misturadas com farinha de trigo provaram possuir qualidade aceitável e se ajustar ao consumo humano.

Em 1979, Leitão *et al.* reportaram que era viável tecnicamente a aplicação da farinha de triticale como sucedânea da farinha de trigo para a produção de produtos de panificação, especificamente em pães e em uma porcentagem de 25%, podendo contribuir para a diminuição das divisas com as importações de trigo, fato que acontece ainda hoje, sendo este o principal item em importação dos agronegócios.

### 3.4.1 – Pães de forma e bolos tipo inglês

Dentre todos os produtos da cadeia do trigo, os pães de forma e os bolos industriais são os que vêm apresentando crescimento de produção e conseqüentemente aumento de consumo nesses últimos anos. A segmentação mercadológica de utilização da farinha de trigo, já mostra uma fatia significativa para a panificação industrial (5%), onde está englobado pão de forma. Este índice já supera alguns produtos importantes, dentro da cadeia da farinha de trigo, como os biscoitos salgados, que dentro da categoria biscoitos representa 3,9%. A Figura 5 mostra a segmentação completa do setor de farinha de trigo.



**Figura 5.** Segmentação da farinha de trigo por setor da indústria  
Fonte: Abima (2010a).

A economia aquecida e o aumento do poder aquisitivo dos consumidores, principalmente nas classes C e D, contribuíram significativamente para o crescimento no consumo de pães industrializados, passando de 4,2 kg por habitante, em 2005, para 5,3 kg por habitante, em 2009, conforme demonstrado na Tabela 2. Os chamados pães "Especiais" (integrais na sua grande maioria, *lights* ou não) são os que mais se destacaram em termos de desempenho, dentro da categoria pães de forma (ABIMA, 2010b).

**Tabela 2.** Indicadores do setor de pães industriais

<b>SETOR PÃES INDUSTRIAIS</b>					
<b>INDICADORES</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Faturamento (milhões R\$)</b>	2.019	2.141	2.385	2.626	2.946
<b>Volume (mil tons)</b>	775	882	904	927	1.007
<b>Preço Médio (R\$/Kg)</b>	2,61	2,43	2,64	2,83	2,93
<b>Per Capita (kg/hab/ano)</b>	4,2	4,8	4,8	4,9	5,3

Fonte: Abima, 2010b.

A indústria aumentou consideravelmente a oferta de pães diferenciados, atendendo a uma demanda dos consumidores por alimentos mais saudáveis, menos calóricos e que tenham alguma funcionalidade. Este fato também explica porque o faturamento do setor de pães industriais sobe mais que o volume (Tabela 2), visto que os pães "Especiais" possuem maior valor agregado e preço mais elevado que o pão comum. Em 2009, o crescimento do faturamento do setor foi 12% e o crescimento do volume, 9% (ABIMA, 2010b).

O maior poder aquisitivo dos consumidores, aliado à crescente procura por produtos mais práticos, explicam também o bom desempenho do setor de bolos industriais, que teve crescimento de 6% no faturamento e de 7% no volume, de 2008 para 2009, segundo os dados Abima (2010b). Hoje em dia, muitas famílias não têm mais tempo de preparar bolos caseiros e acabam optando pela praticidade de comprar produtos prontos, que agora chegam com muito mais

variedade às prateleiras dos pontos de venda. Só no ano passado, o consumo per capita de bolos industrializados cresceu 8%, passando de 1,3 kg por habitante/ano, em 2008, para 1,4 kg por habitante/ano, em 2009, conforme Tabela 6, publicada pela Abima (2010b).

**Tabela 3.** Indicadores do setor de bolos industriais

<b>SETOR BOLOS INDUSTRIAIS</b>					
<b>INDICADORES</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>Faturamento (milhões R\$)</b>	413	436	465	486	513
<b>Volume (mil tons)</b>	227	239	252	248	266
<b>Preço Médio (R\$/Kg)</b>	1,82	1,82	1,85	1,96	1,93
<b>Per Capita (kg/hab/ano)</b>	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4

Fonte: Abima, 2010.

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 – Matérias-primas

#### 4.1.1 - Farinha de trigo

A farinha de trigo utilizada para a condução desta pesquisa foi a BUNGE PROPAN 75, fornecida pela BUNGE ALIMENTOS S.A., originada do moinho de Tatuí, SP.

#### 4.1.2 - Sementes de triticale

As cultivares das sementes de triticale estudadas, assim como os Institutos de Pesquisa obtentores destas variedades, estão descritos abaixo:

- Cultivar **IPR 111**, do Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR;
- Cultivar **IAC 5 Canindé**, do Instituto Agronômico de Campinas - IAC;
- Cultivar **EMBRAPA 53**, da Empresa Brasileira da Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

Estas cultivares foram submetidas ao processo de moagem e originaram as farinhas utilizadas no presente estudo.

#### 4.1.3 - Outros ingredientes

**Na produção de pão de forma, foram utilizados adicionalmente os seguintes ingredientes:**

- Gordura vegetal de palma 370B, livre de isômeros trans, Agropalma S.A. (Belém, PA);
- Fermento biológico seco instantâneo, marca Fleischmann, AB Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda. (Jundiaí, SP);
- Açúcar refinado Guarani, Açúcar Guarani S.A. (Olimpia, SP);
- Conservador químico propionato de cálcio, marca Arcolor; Arco-Íris Brasil Indústria e Comércio de Produtos Alimentícios Ltda. (São Paulo, SP);
- Sal refinado, marca Cisne, Refinaria Nacional de Sal S. A. (Cabo Frio, RJ).

**Os demais ingredientes utilizados para a produção de bolo industrial, tipo inglês, foram:**

- Gordura vegetal de palma 370B, livre de isômeros trans, Agropalma S.A. (Belém, PA);
- Fermento químico, marca Royal, Kraft Foods do Brasil (Curitiba, PR);
- Açúcar refinado Guarani, Açúcar Guarani S.A. (Olímpia, SP);
- Ovo líquido pasteurizado, marca Fleischeggs, AB Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda. (Jundiaí, SP);
- Leite em pó desnatado, marca Alibra, Alibra Ingredientes Ltda. (Campinas, SP);
- Conservador químico propionato de sódio, Metachem Industrial e Comercial Ltda. (São Paulo, SP);
- Sal refinado, marca Cisne, Refinaria Nacional de Sal S. A. (Cabo Frio, RJ).

## **4.2 – Métodos**

### **4.2.1 - Condicionamento e moagem das sementes de triticales**

O condicionamento das sementes de triticales foi executado segundo Farrel; Tsen; Hoover (1974) até a umidade de 15%, utilizando-se o método 26-10.02 da AACC (2009). A quantidade de água a ser adicionada nesta etapa seguiu a Equação 1, conforme método 26-95.01 (AACC, 2009), que apresenta a tabela de condicionamento para moagem experimental.

$$Q_a = \frac{P \times (U_2 - U_1)}{(100 - U_2)} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:  $Q_a$  = quantidade de água a ser adicionada (g);

$P$  = quantidade de triticales a ser condicionado (g);

$U_1$  = umidade inicial do grão de triticales antes do condicionamento (%);

$U_2$  = umidade final do grão de triticales após o condicionamento (%).

A moagem do triticales foi realizada em moinho experimental (BÜHLER, modelo MLU-202, Uzwil, Suíça), gentilmente cedido ao uso pelo Moinho São Jorge (Santo André, SP), de acordo com o método 26-31.01 (AACC, 2009). Os

produtos obtidos após a moagem foram a farinha de quebra, farinha de redução, farelo e farelinho, cujas quantidades foram determinadas para cálculo de rendimento desta etapa.

#### **4.2.2 – Composição centesimal das farinhas de trigo e triticales**

A composição centesimal seguiu as seguintes metodologias oficiais para a sua quantificação: umidade, segundo método 925.10 (AOAC, 2005); cinzas, segundo método 923.03 (AOAC, 2005); lipídios totais, segundo método 922.06 (AOAC, 2005); proteína bruta, segundo método 920.87 (AOAC, 2005) e carboidratos totais calculados por diferença, onde:  $100 - (\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{proteínas} + \text{lipídios totais})$  (HORWITZ, 2006).

As calorias foram calculadas de acordo com Kalil (1975) e a caracterização dos aminoácidos seguiu a metodologia descrita por Spackman; Stein; Moore. (1958).

#### **4.2.3 - Caracterização reológica das farinhas de trigo, de triticales e de suas misturas**

##### **4.2.3.1 – Teor de umidade**

As umidades das farinhas de trigo, triticales e suas misturas foram determinadas pela metodologia oficial 44.15.02 da AACC (2009), em triplicata.

##### **4.2.3.2 – Número de queda ou *Falling number***

O número de queda ou *falling number* foi avaliado seguindo o método 56-81.03 da AACC (2009), em equipamento *Falling Number* (marca Perten Instruments, Huddinge, Suécia), avaliando-se a atividade enzimática da  $\alpha$ -amilase presente nas farinhas analisadas. A análise foi realizada em quadruplicata, sendo que cada replicata era composta por duas determinações, totalizando oito repetições.

##### **4.2.3.3 - Análise de cor**

A cor das farinhas de trigo, de triticales e suas misturas, foram determinadas em colorímetro (marca Konica Minolta, modelo CR 410, Tóquio, Japão), seguindo metodologia do próprio equipamento. O sistema utilizado foi o de coordenadas  $L^*$ ,

a\*, b\* e foram realizadas 10 leituras para cada período analisado, para ambas as amostras (MINOLTA, 2006).

#### **4.2.3.4 - Teor de glúten**

Os teores de glúten úmido, seco e o índice de glúten foram determinados pelo método 38-12.02 da AACC (2009), utilizando-se os equipamentos Glutomatic e Glutork (marca Perten Instruments, Huddinge, Suécia).

As análises foram realizadas em triplicata, sendo que cada replicata era composta por duas determinações, totalizando seis repetições.

#### **4.2.3.5 – Farinografia**

As características farinográficas foram analisadas em triplicata no equipamento farinógrafo (marca Brabender, Duisburg, Alemanha), segundo o método 54-21.01 da AACC (2009), avaliando-se os seguintes parâmetros: absorção de água (ABS%), tempo de chegada (T. Ch.), tempo de desenvolvimento (T. Des.), estabilidade da massa (Est.) e o seu índice de tolerância à mistura (ITM).

#### **4.2.3.6 - Alveografia**

As características alveográficas foram analisadas em triplicata no equipamento alveógrafo (marca Chopin, Villeneuve-la-Garenne, França), segundo método 54-30.02 da AACC (2009), permitindo a avaliação da resistência à extensão de forma biaxial, ou seja, ao longo de um paralelo e ao longo de um meridiano, avaliando os seguintes parâmetros: sobrepressão (P), abcissa de ruptura (L), número proporcional (P/L) e a energia de deformação da curva (W).

#### **4.2.4 - Avaliação do potencial de aplicação de farinha de triticales em produtos de panificação**

Na aplicação das misturas de farinhas em pão de forma e bolos tipo inglês, foram avaliadas diferentes proporções entre as farinhas obtidas das cultivares de

triticales estudadas e a farinha de trigo. As proporções estudadas são apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4.** Proporção das misturas de farinha de trigo e triticales que foram aplicadas em formulações industriais para a produção de pão de forma e bolo tipo inglês

Fonte de variação	Proporção (%)				
	1	2	3	4	5
Farinha de trigo <sup>1</sup>	100	70	50	30	0
Farinha de triticales <sup>2</sup>	0	30	50	70	100

<sup>1</sup>adequadas para cada tecnologia de aplicação; <sup>2</sup> obtida das cultivares estudadas IAC 5, EMBRAPA 53 e IPR 111.

#### 4.2.5 - Produção de pão de forma

A formulação de pão de forma, onde foram aplicadas as misturas definidas acima, é apresentada na Tabela 5. Cada batelada foi produzida utilizando 4,5 kg de farinha de trigo, ou da mistura com as farinhas de triticales, fornecendo um rendimento de 15 pães de forma com 450 g por unidade. Os processamentos foram realizados em triplicata.

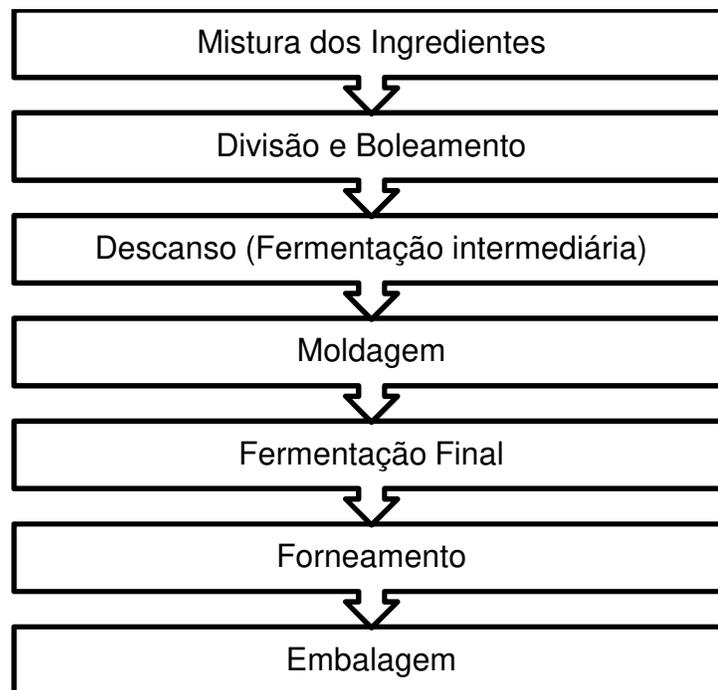
**Tabela 5.** Formulações dos pães de forma empregadas em testes em planta-piloto

INGREDIENTES	QUANTIDADES				
	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5
Farinha de trigo (%)	100	70	50	30	-
Farinha de triticales (%)	-	30	50	70	100
Açúcar (%) <sup>1</sup>	6	6	6	6	6
Gordura vegetal de palma (%) <sup>1</sup>	5	5	5	5	5
Sal refinado (%) <sup>1</sup>	2	2	2	2	2
Fermento biológico seco instant.(%) <sup>1</sup>	1	1	1	1	1
Propionato de cálcio	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Água (mL) <sup>2</sup>	2400	2350	2320	2280	2240

<sup>1</sup>Em relação ao total da mistura de farinha de trigo mais farinha de triticales; <sup>2</sup>Quantidade de água foi definida segundo os resultados de absorção de água observados nos farinogramas e as características que cada mistura apresentava durante o processamento.

Para este estudo de avaliação de desempenho da mistura das farinhas de trigo e triticale, optou-se por utilizar uma formulação mais simplificada, ou seja, sem a adição de coadjuvantes de tecnologia ou melhoradores, exatamente para verificar o potencial que cada mistura de farinhas proporcionava ao produto final.

O processo de fabricação empregado na parte experimental foi o método convencional de massa direta adaptado (Figura 6), bastante utilizado pelas indústrias brasileiras, e que seguirá as etapas de processo apresentadas na sequência.



**Figura 6.** Fluxograma de processo de fabricação de pão de forma pelo método direto adaptado

#### 4.2.5.1 - Mistura dos ingredientes

Esta etapa foi realizada em masseira (Suprema, modelo SR 15, São Paulo - SP, Brasil) com duração total de 16 minutos (9 minutos a 90 rpm e 7 minutos a 180 rpm), com a finalidade de homogeneizar os ingredientes, aerar e assegurar um trabalho mecânico sobre a massa para o desenvolvimento do glúten, formado

pela hidratação das proteínas da farinha, até a obtenção de uma massa com propriedades viscoelásticas adequadas. O teor de água foi determinado de acordo com as características reológicas das misturas das farinhas, avaliando-se a absorção obtida na análise farinográfica e a resposta que cada mistura apresentava durante o processamento. Isto porque, a falta ou excesso de água poderia influenciar fortemente as características da massa obtida. A quantidade de água utilizada variou de 2240 a 2350 mL em todas misturas das cultivares de triticales estudadas e para a farinha de trigo pura, utilizou-se 2400 mL em cada repetição.

#### **4.2.5.2 - Divisão e boleamento**

Nessa etapa, a massa foi submetida à divisão manual, obtendo-se unidades de 450 g cada, que foram boleadas manualmente para adquirir uma forma arredondada e superfície lisa.

#### **4.2.5.3 - Descanso (Fermentação intermediária)**

O descanso de 15 minutos foi realizado para permitir o relaxamento e o rearranjo da rede de glúten, de modo que a massa readquirisse a elasticidade estrutural perdida pelo abuso mecânico sofrido durante as fases de formação da massa, divisão e boleamento.

#### **4.2.5.4 - Moldagem**

Nessa etapa, a massa perdeu parcialmente o gás formado durante o início da fermentação, pois foi achatada e alongada, para ser então enrolada, sob baixa pressão, de modo a obter um formato uniforme, pela utilização de uma modeladora (Perfecta Curitiba, modelo 011002226, Curitiba, Brasil).

#### **4.2.5.5 - Fermentação final**

A fermentação final, ou principal, foi realizada em câmara de fermentação controlada (Perfecta Curitiba, modelo 126002116, Curitiba, Brasil), com duração de 1 hora e 45 minutos e em condições de temperatura e umidade relativa variando entre 30-32°C e 80-82%, respectivamente.

#### 4.2.5.6 - Forneamento

Durante a etapa de forneamento, o pão foi submetido à temperatura de 180°C por 20 minutos. O assamento foi conduzido em forno elétrico, com circulação forçada de ar (Perfecta Curitiba, modelo Vipinho 0448, Curitiba, Brasil).

#### 4.2.5.7 - Embalagem

Depois de resfriados, os pães foram embalados utilizando-se sacos de polietileno e fechados após aspensão de conservador químico à base de ácido sórbico.

#### 4.2.6 - Produção de bolo tipo inglês

A formulação de bolo utilizada no estudo é apresentada na Tabela 6. Cada batelada foi produzida utilizando 2,0 kg de farinha de trigo, ou da mistura com as farinhas de tritcale, fornecendo um rendimento de 16 bolos com 450 g por unidade. Os processamentos foram realizados em triplicata.

**Tabela 6.** Formulações dos bolos empregadas em testes em planta-piloto

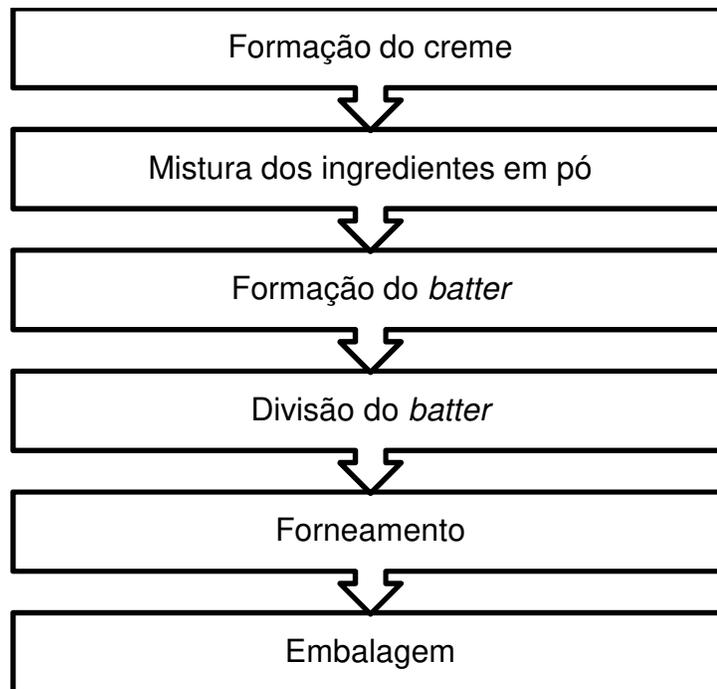
INGREDIENTES	QUANTIDADES (%) <sup>1</sup>				
	BF1	BF2	BF3	BF4	BF5
Farinha de trigo	100	70	50	30	-
Farinha de tritcale	-	30	50	70	100
Açúcar refinado	78	78	78	78	78
Ovo líquido pasteurizado	50	50	50	50	50
Gordura vegetal de palma	30	30	30	30	30
Leite em pó desnatado	7	7	7	7	7
Fermento químico	5	5	5	5	5
Sal refinado	2	2	2	2	2
Propionato de sódio	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Água	80	80	80	80	80

<sup>1</sup>Em relação ao total da mistura de farinha de trigo mais farinha de tritcale.

Da mesma forma que o adotado para a formulação dos pães de forma, a formulação utilizada para a fabricação dos bolos não foi adicionada de nenhum coadjuvante de tecnologia ou agentes melhoradores de textura, para verificar o

desempenho de cada mistura das farinhas aplicadas em bolos industriais, tipo inglês.

O processo de fabricação empregado nos ensaios experimentais foi o método de creme (Figura 7), ou *batter* de açúcar e gordura, onde a adição dos ingredientes é realizada em duas etapas. Este método é bastante utilizado pelas indústrias brasileiras.



**Figura 7.** Fluxograma de processo de fabricação de bolo inglês pelo método de creme

#### **4.2.6.1 - Formação do creme**

A etapa de formação do creme foi realizada em batedeira planetária (marca Amadio, nº 3334, tipo 20 Série LA, São Paulo, Brasil), com capacidade para 20 L, onde foram misturados o açúcar com a gordura vegetal por 10 minutos na velocidade 3 (450 rpm). Após a formação de um creme bastante leve e aerado, foi adicionado o ovo líquido integral pasteurizado e os ingredientes foram misturados por mais 4 minutos na mesma velocidade.

#### **4.2.6.2 - Mistura dos ingredientes em pó**

Logo após a formação do creme, os ingredientes em pó (farinha de trigo, fermento químico, sal e propionato de cálcio) foram adicionados e misturados por 5 minutos em velocidade 1 (125 rpm), a fim de não levantar pós finos e com isso ocasionar perda de matéria-prima.

#### **4.2.6.3 - Formação do *batter***

Em seguida, foram adicionados o leite reconstituído (água + leite em pó) e o restante da água da formulação e misturados por 5 minutos a velocidade 1.

#### **4.2.6.4 - Divisão do *batter***

A divisão do *batter*, em unidades de 450 g, foi realizada manualmente, e estas foram depositadas em formas descartáveis de alumínio. Para o crescimento uniforme durante o assamento, o *batter* foi seccionado com o auxílio de uma espátula untada com gordura vegetal hidrogenada aquecida, a fim de orientar o crescimento durante o assamento.

#### **4.2.6.5 - Forneamento**

O forneamento foi conduzido em forno elétrico, com circulação forçada de ar (marca Perfecta, modelo Vipinho 0448, Curitiba, Brasil) temperatura de 180°C por 25 minutos.

#### **4.2.6.6 - Embalagem**

Após resfriamento à temperatura ambiente, os bolos foram embalados em filme de polietileno e fechados após aspensão de conservador químico à base de ácido sórbico.

#### **4.2.7 – Acompanhamento da estabilidade das amostras produzidas**

Os pães de forma e bolos produzidos com as misturas das farinhas de tritcale e trigo foram armazenados em sala mantida à temperatura ambiente e foram avaliados periodicamente, de acordo com a necessidade de cada análise, até período total de 30 dias de armazenamento. A qualidade destes produtos foi acompanhada pelas análises descritas nos itens 4.2.7.1 à 4.2.7.5.

#### 4.2.7.1 - Volume específico

Os volumes específicos dos pães de forma e dos bolos tipo inglês foram determinados pelo método 10-05.01 da AACC (2009) no mesmo dia em que foram processados. As amostras foram previamente pesadas em balança semi-analítica ( $\pm 0,01$ ) (marca OHAUS, modelo 4000, Pine Brooks, Estados Unidos) e tiveram seus volumes medidos, em triplicata, pelo deslocamento de sementes de colza, no equipamento Medidor Volumétrico (marca Vondel Ind. e Com., modelo MDMV03, série 60, São José dos Pinhais, Brasil). O cálculo do volume específico foi realizado utilizando-se a seguinte equação:

$$V_{esp} = \frac{V}{m} \quad (Eq. 2)$$

Onde:  $V_{esp}$  = volume específico ( $\text{cm}^3/\text{g}$ );

$v$  = volume da amostra ( $\text{cm}^3$ );

$m$  = massa da amostra (g).

#### 4.2.7.2 - Teor de umidade

O preparo das amostras de pão de forma e bolos tipo inglês foi realizado de acordo com o método 62-05-01 da AACC (2009). Posteriormente, as amostras foram analisadas quanto aos seus teores de umidade, segundo o método 44-15.02 da AACC (2009), nos dias 1, 12, 21 e 30 dias após o seu processamento. Análise realizada em triplicata.

#### 4.2.7.3 - Análise colorimétrica

A cor do miolo dos pães de forma e dos bolos foi determinada em colorímetro (marca Konica Minolta, modelo CR 410, Tóquio, Japão), seguindo metodologia do próprio equipamento. O sistema utilizado foi o de coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , onde o parâmetro  $L^*$  (luminosidade ou brilho) varia do preto absoluto (0) ao branco absoluto (100), os valores do parâmetro de cromaticidade  $a^*$  variam do verde ao vermelho, com valores compreendidos entre -60 e +60, respectivamente (MINOLTA, 2006). Os valores do parâmetro de cromaticidade  $b^*$  variam do azul ao

amarelo, também de -60 a +60, respectivamente. Foram realizadas 10 leituras em cada período analisado, para todas as amostras geradas no estudo.

#### **4.2.7.4 - Atividade de água**

Análise realizada para ambos os produtos, medida diretamente em higrômetro (marca Decagon, modelo CX-2T, Pullman, EUA) à temperatura constante ( $25,0 \pm 0,3^\circ\text{C}$ ). Esta análise foi realizada triplicata, onde cada replicata foi analisada três vezes, aleatoriamente, totalizando nove leituras para cada período analisado.

#### **4.2.7.5 - Textura instrumental**

A textura instrumental foi determinada segundo o método 74-09.01 da AACC (2009). A firmeza dos pães de forma e dos bolos tipo inglês foi determinada em um texturômetro (marca SMS, modelo TA-XT2i, Godalming/Surrey, UK). Para a análise, utilizou-se o *probe* SMS P/36R, nas seguintes condições de operação: medida de força em compressão, velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s, velocidade de teste: 1,7 mm/s, velocidade de pós-teste: 10,0 mm/s e distância de penetração de 40%. Foram realizadas 10 leituras de cada amostra. Para a análise dos bolos, foi realizada a medição da firmeza no mesmo equipamento, utilizando o *probe* SMS P/36R, plataforma HDP/90 e as seguintes condições: medida de força em compressão; velocidade de pré-teste: 1 mm/s; velocidade de teste: 1,0 mm/s; velocidade pós-teste: 10 mm/s e distância: 25%. Ambos os produtos foram analisados durante o período de 30 dias, mais especificamente nos dias 1, 7, 12, 21 e 30 dias de armazenamento,

#### **4.2.8 – Análise estatística dos resultados**

Os resultados obtidos na caracterização das farinhas de trigo e tritcale, de suas misturas e no acompanhamento da qualidade dos produtos (pães de forma e bolos tipo inglês) foram analisadas segundo a determinação da diferença estatística entre as médias pela aplicação do Teste de Tukey, para  $p < 0,05$ , utilizando-se o *software* SAS<sup>®</sup> (1997).

#### 4.2.9 - Avaliação sensorial

Para a realização da análise sensorial, foram escolhidas quatro formulações de pão de forma e três formulações de bolo, de acordo com os melhores resultados obtidos durante o acompanhamento de suas vida-de-prateleiras. Para ambos os produtos, as formulações escolhidas foram comparadas com uma formulação padrão, elaborada somente com farinha de trigo.

Foram recrutados 60 provadores, para cada produto, sem restrições quanto à idade, sexo e classe social, porém a única condição era que fossem consumidores dos produtos avaliados (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006).

As amostras foram servidas em fatias, acompanhadas de água mineral para a limpeza do palato, entre as avaliações.

Os parâmetros escolhidos para serem avaliados foram a aceitabilidade global, a aparência, aroma, sabor, maciez e textura utilizando-se escala hedônica de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5= não gostei e nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo) e quanto à intenção de compra, em escala de cinco pontos (5 = certamente compraria, 3 = talvez comprasse, talvez não comprasse, 1 = certamente não compraria). Foi ainda solicitado aos consumidores que descrevessem o que mais gostaram e o que menos gostaram em cada uma das amostras avaliadas. Além das questões relacionadas à avaliação dos produtos, os consumidores responderam a questões sobre sua faixa etária e sobre hábitos de consumo de pão de forma.

As amostras foram avaliadas de forma monádica seqüencial, identificadas com códigos de três dígitos aleatórios, segundo um delineamento de blocos completos balanceados. Os testes foram conduzidos em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes e equipadas com sistema computadorizado *Compusense Five*, versão 4.8, para a coleta das avaliações. Os resultados foram analisados quanto à análise de variância e teste de *Tukey* para comparação das médias.

Para a realização da análise sensorial, os julgadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp (parecer 293/2009), apresentado no Anexo 1.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir estão apresentados todos os resultados obtidos no estudo das farinhas de trigo, triticales e suas misturas, e para os produtos obtidos, pão de forma e bolos tipo inglês.

### 5.1 – Teores de umidade dos grãos de triticales

Os grãos de triticales estudados apresentaram umidades iniciais que variaram entre 11,86 a 13,98% (Tabela 7). Sendo que dentre as três cultivares, a IAC foi a que apresentou maior valor de umidade e a IAPAR, o menor valor. Estes resultados foram utilizados para se calcular a quantidade de água a ser adicionado no seu condicionamento visando o máximo de rendimento durante a etapa de moagem.

**Tabela 7.** Teor de umidade dos grãos de triticales estudados

<b>CULTIVARES ESTUDADAS</b>	<b>UMIDADE (%)</b>
<b>IAPAR - IPR 111</b>	11,86 ± 0,03 <sup>c</sup>
<b>IAC - IAC 5 CANINDÉ</b>	13,98 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>EMBRAPA - EMBRAPA 53</b>	12,57 ± 0,07 <sup>b</sup>

Análise realizada em triplicata. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

### 5.2 – Moagem dos grãos de triticales

Os rendimentos de cada fração obtida na etapa de moagem para as três cultivares de triticales são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Rendimento da etapa de moagem das cultivares de triticales

CULTIVARES	RENDIMENTO (%)			
	FARELO	FARELINHO	FARINHA	PERDAS
IAPAR - IPR 111	13,80	28,00	54,55	3,65
IAC - IAC 5 CANINDÉ	15,53	27,37	53,54	3,56
EMBRAPA - EMBRAPA 53	14,56	25,89	57,36	2,19

A etapa de moagem apresentou rendimentos, para todas as cultivares, bastante próximos, variando de 53,54% a 57,36% da farinha pura, composta pela soma das farinhas de quebra e de redução. A perda apresentada para as cultivares variou de 2,19% a 3,65%, podendo ser considerada baixa, por se tratar de uma moagem realizada em um moinho experimental. Os rendimentos obtidos neste estudo ficaram bem abaixo dos obtidos por Jardine (1981) e Peña e Amaya (1992), respectivamente de 64,37% e 64,70. As diferenças apresentadas, provavelmente, devem-se as diferentes cultivares estudadas, equipamentos utilizados e das configurações adotadas para os ajustes dos rolos utilizados na extração da farinha, visto que esta otimização da etapa de moagem não foi objeto do estudo para que houvesse a obtenção do máximo rendimento.

### 5.3 – Composição centesimal e caracterização de aminoácidos para as farinhas de trigo e triticales

A Tabela 9 apresenta a composição centesimal e a caracterização em aminoácidos das farinhas de trigo e de triticales, originadas das cultivares utilizadas nesta pesquisa.

**Tabela 9.** Composição centesimal e teores de aminoácidos das farinhas de trigo e de triticale estudadas

DETERMINAÇÕES	Farinha de trigo	Farinha de triticale IAC 5 - CANINDÉ	Farinha de triticale IPR 11	Farinha de triticale EMBRAPA 53
Umidade (g/100g)	12,7 ± 0,1 <sup>ª</sup>	11,7 ± 0,1 <sup>ª</sup>	12,7 ± 0,2 <sup>ª</sup>	11,4 ± 0,1 <sup>ª</sup>
Cinzas (g/100g)	0,6 ± 0,0 <sup>ª</sup>	0,5 ± 0,0 <sup>ª</sup>	0,6 ± 0,0 <sup>ª</sup>	0,9 ± 0,0 <sup>ª</sup>
Lipídios totais (g/100g)	1,5 ± 0,0 <sup>ª</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>ª</sup>	1,1 ± 0,0 <sup>ª</sup>	1,4 ± 0,0 <sup>ª</sup>
Proteína (Nx5,75) (g/100g)	10,4 ± 0,2 <sup>ª</sup>	7,9 ± 0,2 <sup>ª</sup>	7,9 ± 0,1 <sup>ª</sup>	10,4 ± 0,2 <sup>ª</sup>
Carboidratos totais (g/100g)	74,8 <sup>**</sup>	78,9 <sup>**</sup>	77,7 <sup>**</sup>	75,9 <sup>**</sup>
Calorias (kcal/100g)	354 <sup>***</sup>	356 <sup>***</sup>	352 <sup>***</sup>	358 <sup>***</sup>
<b>Aminoácidos totais (g/100g)</b>				
Ácido aspártico	0,57	0,54	0,58	0,75
Treonina	0,33	0,29	0,3	0,4
Serina	0,55	0,49	0,46	0,6
Ácido glutâmico	4,94	3,99	3,46	4,71
Prolina	1,39	1,19	1,04	1,43
Glicina	0,46	0,37	0,36	0,48
Alanina	0,44	0,36	0,39	0,49
Cistina	0,09	0,06	0,07	0,08
Valina	0,55	0,49	0,51	0,52
Metionina	0,13	0,17	0,17	0,17
Isoleucina	0,45	0,38	0,36	0,46
Leucina	0,81	0,69	0,64	0,9
Tirosina	0,17	0,20	0,18	0,25
Fenilalanina	0,56	0,49	0,46	0,63
Lisina	0,21	0,18	0,18	0,24
Amônia <sup>****</sup>	0,24	0,22	0,17	0,22
Histidina	0,23	0,20	0,19	0,23
Arginina	0,40	0,33	0,32	0,45

\*Média ± desvio padrão; \*\*Calculado por diferença: 100 – (umidade+cinzas+proteína+lipídios totais); \*\*\*O valor calórico foi calculado pela soma das porcentagens de proteína e carboidratos multiplicados pelo fator 4 (kcal/g), somado ao teor de lipídios totais multiplicado pelo fator 9 (kcal/g). Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p<0,05); \*\*\*\*Amônia não é aminoácido mas foi quantificada.

Os resultados obtidos para as farinhas de triticale mostram que a cultivar Embrapa 53 possui composição química similar à farinha de trigo, principalmente em relação ao teor protéico obtido de 10,4%, não apresentando diferença significativa ao nível de 5% de significância, e a mesma obteve valor protéico superior aos teores obtidos para as farinhas de triticale das cultivares IAC 5 e IAPAR 111, foi de 7,9%, onde em ambos os casos diferiram significativamente (p<0,05) . A quantidade de proteína da farinha originada da cultivar Embrapa 53 encontra-se de acordo com o obtido por Jardine (1981).

Os teores de cinzas obtidos para as cultivares IAC 5 e IAPAR 111, 0,5 e 0,6%, foram inferiores ao apresentado pela cultivar EMBRAPA 53, em aproximadamente, 44,44 e 33,33%, respectivamente. Visto que para a

composição das farinhas das três cultivares apenas utilizou-se das farinhas de quebra e redução, pode-se afirmar que este teor superior de cinzas não foi ocasionado pela incorporação das frações de farelo e farelinho, ou seja, das camadas mais externas dos grãos. Pelo motivo exposto, podemos supor que a cultivar EMBRAPA 53 pode ter sido enriquecida naturalmente por minerais, provavelmente proveniente do tipo de solo em que foi plantada e pelo tipo de adubação realizada durante o seu plantio.

Quanto ao perfil dos aminoácidos, podemos verificar que dentre as farinhas analisadas e apresentadas na Tabela 9, as obtidas das cultivares IAC 5, IAPAR 111 e a farinha de trigo apresentaram uma composição inferior, para a maioria dos aminoácidos, quando comparadas com a farinha de triticales obtida da cultivar EMBRAPA 53. Este resultado reforça os trabalhos que os Institutos de Pesquisa agrônômicos vem desempenhando, a fim de obterem cultivares com um bom perfil nutricional, principalmente com relação aos aminoácidos essenciais, como lisina, por exemplo, conforme já afirmado por Naeem *et al.* (2002) e Mergoum *et al.* (2004) sobre estas características do triticales.

### **5.4 – Caracterização físico-química e reológica das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales**

#### **5.4.1 – Teor de umidade das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales**

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos para a análise de umidade das farinhas estudadas.

**Tabela 10.** Teor de umidade das misturas de farinhas estudadas

<b>FARINHAS ESTUDADAS</b>	<b>UMIDADE</b>
<b>100% Farinha de Trigo</b>	13,91 ± 0,22 <sup>a,b</sup>
<b>IAPAR - IPR 111</b>	
<b>30% IAPAR - IPR 111 / 70% Farinha de Trigo</b>	13,49 ± 0,18 <sup>b,c,d</sup>
<b>50% IAPAR - IPR 111 / 50% Farinha de Trigo</b>	13,08 ± 0,02 <sup>c,d,e</sup>
<b>70% IAPAR - IPR 111 / 30% Farinha de Trigo</b>	12,68 ± 0,03 <sup>e,f,g</sup>
<b>100% IAPAR - IPR 111</b>	13,10 ± 0,28 <sup>e,f,g</sup>
<b>IAC 5</b>	
<b>30% IAC - IAC 5 / 70% Farinha de Trigo</b>	13,72 ± 0,05 <sup>a,b,c</sup>
<b>50% IAC - IAC 5 / 50% Farinha de Trigo</b>	14,08 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>70% IAC - IAC 5 / 30% Farinha de Trigo</b>	13,18 ± 0,12 <sup>c,d,e</sup>
<b>100% IAC - IAC 5</b>	12,49 ± 0,06 <sup>g</sup>
<b>EMBRAPA 53</b>	
<b>30% EMBRAPA – EMB. 53 / 70% Farinha de Trigo</b>	13,60 ± 0,27 <sup>a,b,c,d</sup>
<b>50% EMBRAPA – EMB. 53 / 50% Farinha de Trigo</b>	12,58 ± 0,06 <sup>f,g</sup>
<b>70% EMBRAPA – EMB. 53 / 30% Farinha de Trigo</b>	13,32 ± 0,05 <sup>c,d</sup>
<b>100% EMBRAPA – EMB. 53</b>	11,48 ± 0,47 <sup>h</sup>

Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análises realizada em triplicata. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Para as farinhas de trigo e das cultivares de triticales estudadas, assim como suas misturas, os teores de umidade variaram de 11,48% a 14,08%, demonstrando que todas se encontravam em nível adequado para sua conservação, fazendo com que as reações comuns de deterioração, como reações químicas, enzimáticas e crescimento microbiano, não fossem aceleradas. O Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos – Resolução RDC/ANVISA n.º 263 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005a) e a Instrução Normativa n.º 8 de 2005 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2005b), estabelecem o valor máximo de 15% para o teor de umidade.

Pelos resultados obtidos, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares e as misturas estudadas, provavelmente pelo fato de serem cultivares de origens diferentes, obtidas por meio de um equipamento experimental e que pode estar sujeito a variações, além das condições climáticas na época em que foram moídas.

#### 5.4.2 – *Falling number*, ou número de queda, das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticales

A Tabela 11 apresenta os valores de número de queda das farinhas de trigo e triticales, além de suas misturas utilizadas neste estudo.

**Tabela 11.** Número de queda das farinhas de trigo e de triticales e de suas misturas

<b>FARINHAS ESTUDADAS</b>	<b>FALLING NUMBER (s)</b>
<b>100% Farinha de Trigo</b>	454 ± 11 <sup>a</sup>
<b>IAPAR - IPR 111</b>	
<b>30% IAPAR - IPR 111/70% Farinha de Trigo</b>	410 ± 24 <sup>b</sup>
<b>50% IAPAR - IPR 111/50% Farinha de Trigo</b>	371 ± 14 <sup>c</sup>
<b>70% IAPAR - IPR 111/30% Farinha de Trigo</b>	306 ± 17 <sup>d</sup>
<b>100% IAPAR - IPR 111</b>	220 ± 6 <sup>f</sup>
<b>IAC 5</b>	
<b>30% IAC - IAC 5/70% Farinha de Trigo</b>	177 ± 15 <sup>g</sup>
<b>50% IAC - IAC 5/50% Farinha de Trigo</b>	191 ± 26 <sup>g</sup>
<b>70% IAC - IAC 5/30% Farinha de Trigo</b>	148 ± 25 <sup>h</sup>
<b>100% IAC - IAC 5</b>	93 ± 3 <sup>i</sup>
<b>EMBRAPA 53</b>	
<b>30% EMBRAPA – EMB. 53 /70% Farinha de Trigo</b>	387 ± 14 <sup>b,c</sup>
<b>50% EMBRAPA – EMB. 53 /50% Farinha de Trigo</b>	314 ± 5 <sup>d</sup>
<b>70% EMBRAPA – EMB. 53 /30% Farinha de Trigo</b>	267 ± 6 <sup>e</sup>
<b>100% EMBRAPA – EMB. 53</b>	196 ± 9 <sup>f,g</sup>

Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Resultados apresentados como média ± desvio padrão. Análise realizada em quadruplicata, totalizando oito determinações.

A atividade da enzima  $\alpha$ -amilase sempre foi motivo de impedimento para o uso industrial em produtos para consumo humano da farinha de triticales e um defeito comum nos grãos de triticales, conforme já reportaram Trethowan; Peña; Pfeiffer (1994) e Pfeiffer (1994). Até certo ponto, e para muitas cultivares existentes e cultivadas, isso é realmente um fato, porém muitos Institutos de Pesquisa do Brasil e do Mundo tomaram esse ponto como um grande desafio para ser resolvido e vem trabalhando arduamente a fim de desenvolverem novas

cultivares que possuam um conteúdo enzimático ativo menor e melhor qualidade panificável, e estes vem conseguindo (MERGOUM *et al.*, 2004).

O valor obtido para a farinha da cultivar IAC 5 Canindé representa um resultado comum à maioria das cultivares existentes e já reportadas, com alta atividade da enzima  $\alpha$ -amilase (93 s) e possivelmente será uma farinha problemática, do ponto de vista de aplicação em produtos de panificação, principalmente em produtos fermentáveis biologicamente. As misturas desta farinha de triticale com a farinha de trigo, que apresentou baixa atividade enzimática (454 s), continuou proporcionando os mais baixos resultados dentre todas as proporções estudadas, quando comparadas com as outras duas cultivares do presente estudo, IAPAR 111 e EMBRAPA 53, indicando um comportamento similar ao da farinha pura.

Já as farinhas puras obtidas das cultivares IAPAR 111 e EMBRAPA 53 geraram resultados bastante interessantes, onde se podem verificar as conseqüências dos trabalhos dos Institutos de Pesquisa, com o melhoramento de cultivares, uma vez que os valores podem ser classificados como satisfatórios para a utilização em produtos de panificação, 220 s e 196 s, respectivamente, pois Sluimer (2005), em seu livro, apresentou um estudo sobre adição de malte à farinha de trigo, onde os pães produzidos com farinhas de *falling numbers* 175 e 140 segundos foram os que apresentaram mais problemas tecnológicos de escurecimento e miolo colapsado, após liquefação do amido gelatinizado. No mesmo trabalho, pães com 270 e 205 segundos não apresentaram os mesmos problemas.

Tohver *et al.* (2005) citaram os autores Ingver e Koppel (1998) que apresentaram valores satisfatórios de *falling numbers* situados entre 220 e 250 segundos para farinha de trigo destinada para produtos de panificação e valores inferiores à 120 segundos, como atividade da enzima  $\alpha$ -amilase que ocasionou problemas aos produtos que utilizaram farinha com esta característica, porém Tohver *et al.* (2005), em estudo que avaliou o desempenho de farinhas originadas de diferentes cultivares de triticales, apresentou farinhas com valores de *falling numbers* situados entre 110 e 245 segundos que obtiveram resultados

satisfatórios dos volumes específicos e características de qualidade aceitáveis dos pães produzidos com estas farinhas.

Produtos de panificação, em especial os pães, necessitam de um mínimo de ação da enzima que servirá de catalisador para a etapa de fermentação, pois quebrará a cadeia de amido em açúcares menores que serão consumidos pelas leveduras. As misturas propostas, pelo presente estudo, mostram resultados ainda melhores, pois elevaram os valores de número de queda para níveis onde cada vez será menor a atuação da enzima. Esse comportamento propicia um potencial de uso destas farinhas, levando à solução de um problema tecnológico histórico, visto que a correção deste perfil de farinha acontece de forma mais fácil, podendo ser realizada pela adição de fontes auxiliares de  $\alpha$ -amilase, e que normalmente já é realizado pelos moinhos de trigo.

### **5.4.3 – Colorimetria das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de tritcale**

A Tabela 12 apresenta os resultados colorimétricos das farinhas de trigo e tritcale, além de suas misturas utilizadas neste estudo.

**Tabela 12.** Colorimetria das farinhas analisadas

FARINHAS ESTUDADAS	COLORIMETRIA		
	L*	a*	b*
<b>100% Farinha de Trigo</b>	91,21 ± 0,00 <sup>h,i</sup>	0,16 ± 0,01 <sup>f</sup>	9,36 ± 0,03 <sup>d</sup>
<b>IAPAR - IPR 111</b>			
<b>30% IPR 111/70% Farinha de Trigo</b>	91,77 ± 0,05 <sup>d</sup>	0,14 ± 0,01 <sup>f</sup>	9,34 ± 0,06 <sup>d</sup>
<b>50% IPR 111/50% Farinha de Trigo</b>	91,71 ± 0,13 <sup>d</sup>	0,06 ± 0,02 <sup>g</sup>	9,45 ± 0,04 <sup>c</sup>
<b>70% IPR 111/30% Farinha de Trigo</b>	92,35 ± 0,11 <sup>c</sup>	-0,20 ± 0,04 <sup>i</sup>	9,84 ± 0,12 <sup>b</sup>
<b>100% IPR 111</b>	92,82 ± 0,03 <sup>b</sup>	-0,48 ± 0,01 <sup>j</sup>	10,04 ± 0,05 <sup>a</sup>
<b>IAC 5</b>			
<b>30% IAC 5/70% Farinha de Trigo</b>	92,24 ± 0,07 <sup>d,e</sup>	0,08 ± 0,01 <sup>g</sup>	8,69 ± 0,01 <sup>g</sup>
<b>50% IAC 5/50% Farinha de Trigo</b>	91,63 ± 0,01 <sup>d,e</sup>	0,20 ± 0,01 <sup>e</sup>	8,55 ± 0,02 <sup>h</sup>
<b>70% IAC 5/30% Farinha de Trigo</b>	91,18 ± 0,28 <sup>i</sup>	0,35 ± 0,02 <sup>c</sup>	7,58 ± 0,01 <sup>j</sup>
<b>100% IAC - IAC 5</b>	93,84 ± 0,05 <sup>a</sup>	-0,13 ± 0,01 <sup>h</sup>	6,64 ± 0,03 <sup>k</sup>
<b>EMBRAPA 53</b>			
<b>30% EMB. 53 /70% Farinha de Trigo</b>	91,24 ± 0,06 <sup>h,i</sup>	0,28 ± 0,03 <sup>d</sup>	9,05 ± 0,07 <sup>e</sup>
<b>50% EMB. 53 /50% Farinha de Trigo</b>	91,41 ± 0,11 <sup>f,g</sup>	0,32 ± 0,04 <sup>c,d</sup>	8,94 ± 0,04 <sup>f</sup>
<b>70% EMB. 53 /30% Farinha de Trigo</b>	91,34 ± 0,07 <sup>g,h</sup>	0,44 ± 0,03 <sup>b</sup>	8,54 ± 0,06 <sup>h</sup>
<b>100% EMB. 53</b>	91,51 ± 0,08 <sup>e,f</sup>	0,48 ± 0,05 <sup>a</sup>	8,31 ± 0,04 <sup>i</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Resultados apresentados como média ± desvio padrão. Análise realizada em triplicata, sendo que cada repetição foi calculada como média de dez determinações.

Apesar de terem sido detectadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a farinha de trigo, a farinha de tritcale e as suas misturas, não foi possível detectar uma diferenciação visual entre elas, pois as diferenças de luminosidade ( $L^*$ ), parâmetro que avalia o quanto a amostra analisada é clara, ou mais branca, devido à reflectância da luz incidente na amostra, variou de 91,18 a 93,84, fornecendo uma faixa de variação muito baixa entre elas. Entretanto, pode-se verificar que as farinhas das três cultivares de tritcale estudadas obtiveram valores maiores de luminosidade, em relação à farinha de trigo. Este fato nos indica que as mesmas se encontravam mais claras, onde a farinha da cultivar IAC 5 apresentou o maior valor para este parâmetro. A farinha obtida da cultivar Embrapa 53 proporcionou as misturas com o parâmetro de luminosidade mais aproximado da farinha de trigo analisada.

Também podemos sugerir que o fato de algumas farinhas de triticale e suas misturas com farinha de trigo estudadas, terem ficado mais claras que a farinha de trigo pura, pode ter ocorrido devido à operação da moagem ter sido realizada em um equipamento piloto, onde somente as frações mais internas dos grãos dos triticales foram utilizadas e as frações de farelo e farelinho descartadas, diferentemente da farinha de trigo processada industrialmente.

#### 5.4.4 – Análise de glúten das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticale

A Tabela 13 apresenta os resultados da análise de glúten para as farinhas de trigo e triticale e adicionalmente para as suas misturas.

**Tabela 13.** Teores e índice de glúten das farinhas analisadas

FARINHAS ESTUDADAS	TEOR DE GLÚTEN		
	GU (%)	GS (%)	GI
<b>100% Farinha de Trigo</b>	26,73 ± 0,22 <sup>a,b</sup>	9,01 ± 0,11 <sup>a,b</sup>	95,88 ± 1,18 <sup>a</sup>
<b>IAPAR - IPR 111</b>			
<b>30% IPR 111/70% Farinha de Trigo</b>	25,91 ± 0,71 <sup>b,c</sup>	8,76 ± 0,16 <sup>b</sup>	94,60 ± 2,15 <sup>a</sup>
<b>50% IPR 111/50% Farinha de Trigo</b>	24,81 ± 1,60 <sup>c,d</sup>	8,27 ± 0,14 <sup>c</sup>	90,43 ± 1,83 <sup>a</sup>
<b>70% IPR 111/30% Farinha de Trigo</b>	23,73 ± 0,75 <sup>d,e</sup>	7,64 ± 0,13 <sup>e,f</sup>	83,86 ± 2,50 <sup>b</sup>
<b>100% IPR 111</b>	Não foi possível determinar		
<b>IAC 5</b>			
<b>30% IAC 5/70% Farinha de Trigo</b>	24,38 ± 0,82 <sup>c,d,e</sup>	8,14 ± 0,11 <sup>c,d</sup>	93,11 ± 2,47 <sup>a</sup>
<b>50% IAC 5/50% Farinha de Trigo</b>	23,70 ± 0,19 <sup>d,e</sup>	7,74 ± 0,18 <sup>d,e,f</sup>	71,16 ± 2,49 <sup>c,d</sup>
<b>70% IAC 5/30% Farinha de Trigo</b>	22,73 ± 1,05 <sup>e</sup>	7,44 ± 0,31 <sup>f,g</sup>	74,64 ± 3,18 <sup>c</sup>
<b>100% IAC - IAC 5</b>	Não foi possível determinar		
<b>EMBRAPA 53</b>			
<b>30% EMB. 53 /70% Farinha de Trigo</b>	28,27 ± 1,05 <sup>a</sup>	9,43 ± 0,09 <sup>a</sup>	94,31 ± 3,99 <sup>a</sup>
<b>50% EMB. 53 /50% Farinha de Trigo</b>	24,77 ± 1,84 <sup>c,d</sup>	7,97 ± 0,42 <sup>c,d,e</sup>	90,29 ± 4,07 <sup>a,b</sup>
<b>70% EMB. 53 /30% Farinha de Trigo</b>	19,46 ± 1,49 <sup>f</sup>	7,12 ± 0,34 <sup>g</sup>	66,96 ± 5,59 <sup>d</sup>
<b>100% EMB. 53</b>	Não foi possível determinar		

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Resultados apresentados como média ± desvio padrão. Análise realizada em triplicata, sendo que cada repetição foi calculada como média de duas determinações; GU: glúten úmido; GS: glúten seco; GI: índice de glúten.

O teor de glúten contido na farinha de trigo foi substancialmente reduzido e enfraquecido gradativamente, à medida que se aumentava a porcentagem de incorporação da farinha de tritcale das três cultivares estudadas neste estudo. Esta consequência, de certa forma, já era esperada e relatado em estudos anteriores de incorporação de farinha de tritcale em farinha de trigo, porém era necessário verificar o quanto era significativamente influenciado o potencial tecnológico de cada proporção quando aplicada em produtos, cuja dependência da estrutura viscoelástica do glúten para a manutenção de sua estrutura é mais importante.

Pode-se verificar que a metodologia aplicada para a determinação do teor de glúten, método 38.12.02 (AACC, 2009), não foi capaz de isolar e quantificar o glúten contido na farinha de tritcale para as três cultivares estudadas, o que não significa que as farinhas de tritcale das cultivares estudadas não possuem glúten, pois o tritcale é originado através da mistura genética do trigo com o centeio. O motivo por não ter se conseguido determinar o teor de glúten para as amostras puras das três cultivares estudadas, pode ser explicado pela falta de coesividade do glúten existente nas amostras, visto que esta determinação através desta metodologia se dá de forma mecânica e nenhuma parte do glúten foi retida no equipamento. A determinação manual do teor de glúten também foi estudada, modificando-se o método de lavagem manual do glúten 38.10.01 (AACC, 2009), porém no momento em que se lavava a massa formada, parte do aglomerado protéico formado, possuía parte do conteúdo amiláceo da farinha e com isso a determinação do teor do glúten não era confiável e não permitia uma quantificação do mesmo.

A incorporação de até 30% das farinhas de tritcale das cultivares IPR 111 e Embrapa 53 não proporcionou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), em relação à farinha de trigo pura, para os teores de glúten úmido, seco e índice de glúten. Inclusive, a interação com a farinha de tritcale da cultivar Embrapa 53 sugere um efeito positivo desta mistura e que poderá ser benéfica na aplicação desta mistura em relação às demais proporções estudadas.

As demais proporções estudadas, 50, 70 e 100%, para as cultivares IPR 111 e Embrapa 53 e todas as proporções estudadas para a cultivar IAC 5 apresentaram quedas significativas, ao nível de 5% de significância, quando comparadas com os resultados obtidos com a farinha de trigo pura, porém não é prudente afirmar apenas com estes resultados qual proporção estudada influenciará negativamente as propriedades tecnológicas dos produtos onde serão aplicadas (pães de forma e bolos tipo inglês).

De acordo com a faixa de valores apresentada por Cauvain e Young (2009), pode-se classificar a farinha de trigo e as proporções com até 50% de farinha de tritcale das cultivares IAC 5 e EMBRAPA 53 e até 70% da cultivar IPR 111, como matérias-primas de quantidade média de glúten úmido, situados entre 23,70 e 26,73%. Estes valores são adequados para a fabricação de pão de forma, pães caseiros e pães planos (pães sírios ou Pitta), porém com valores de índice de glúten (IG) superiores a 80 (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Já, as misturas de farinhas com proporções de 70% das cultivares IAC 5 e EMBRAPA 53, apresentaram baixos teores de glúten úmido, 22,73 e 19,46%, respectivamente, valores que estão adequados para a produção de bolos. As farinhas puras das três cultivares estudadas, como não puderam ser quantificadas, acredita-se ter um glúten fraco e em pouca quantidade, sendo mais adequadas para aplicação em produtos que não dependam tanto da estrutura fornecida pelo glúten, como é o caso dos bolos.

#### **5.4.5 – Farinografia das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de tritcale**

A Tabela 14 apresenta os resultados de farinografia para as farinhas de trigo e tritcale, e suas misturas utilizadas neste estudo.

**Tabela 14.** Farinografia das farinhas analisadas

FARINHA DE TRIGO						
AMOSTRA	ABS (%)	TC (min.)	T Des (min.)	T S (min.)	EST (min.)	ITM
100% F. TRIGO	58,7 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	11,2 ± 0,3 <sup>a</sup>	19,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	18,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	50 ± 0 <sup>e,f</sup>

IAPAR – IPR 111						
AMOSTRAS	ABS (%)	TC (min.)	T Des (min.)	T S (min.)	EST (min.)	ITM
30% IPR	58,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,3 <sup>b,c</sup>	12,8 ± 0,3 <sup>b</sup>	12,0 ± 0,3 <sup>b</sup>	40 ± 0 <sup>e,f</sup>
50% IPR	58,6 ± 0,1 <sup>a</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,3 <sup>f</sup>	9,2 ± 0,6 <sup>d</sup>	8,2 ± 0,6 <sup>c,d</sup>	53 ± 6 <sup>d,e</sup>
70% IPR	56,7 ± 0,0 <sup>c,d</sup>	0,7 ± 0,3 <sup>a</sup>	4,2 ± 0,3 <sup>f</sup>	6,7 ± 0,3 <sup>e</sup>	6,0 ± 0,0 <sup>d,e</sup>	70 ± 0 <sup>c,d</sup>
100% IPR	57,9 ± 0,1 <sup>b</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	3,0 ± 0,0 <sup>g</sup>	4,0 ± 0,0 <sup>f</sup>	3,0 ± 0,0 <sup>e,f</sup>	110 ± 0 <sup>a</sup>

IAC 5						
AMOSTRAS	ABS (%)	TC (min.)	T Des (min.)	T S (min.)	EST (min.)	ITM
30% IAC	56,0 ± 0,1 <sup>e</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,6 <sup>b,c</sup>	12,0 ± 0,0 <sup>b</sup>	11,2 ± 0,3 <sup>b,c</sup>	50 ± 0 <sup>e,f</sup>
50% IAC	53,9 ± 0,2 <sup>f</sup>	0,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	6,0 ± 0,0 <sup>d,e</sup>	9,7 ± 0,3 <sup>c,d</sup>	8,8 ± 0,6 <sup>b,c,d</sup>	53 ± 6 <sup>d,e</sup>
70% IAC	53,6 ± 0,0 <sup>f</sup>	0,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	5,0 ± 0,0 <sup>e,f</sup>	8,8 ± 0,3 <sup>d</sup>	8,0 ± 0,0 <sup>c,d</sup>	53 ± 6 <sup>d,e</sup>
100% IAC	53,5 ± 0,0 <sup>f</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,0 ± 0,0 <sup>g,h</sup>	3,0 ± 0,0 <sup>g,f</sup>	2,0 ± 0,0 <sup>f</sup>	100 ± 0 <sup>a,b</sup>

EMBRAPA 53						
AMOSTRAS	ABS (%)	TC (min.)	T Des (min.)	T S (min.)	EST (min.)	ITM
30% EMB	57,5 ± 0,4 <sup>b</sup>	0,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	8,2 ± 0,3 <sup>b</sup>	17,0 ± 0,9 <sup>a</sup>	16,2 ± 1,2 <sup>a</sup>	20 ± 0 <sup>g</sup>
50% EMB	56,3 ± 0,0 <sup>d,e</sup>	0,7 ± 0,3 <sup>a</sup>	6,7 ± 0,3 <sup>c,d</sup>	12,5 ± 0,9 <sup>b</sup>	11,8 ± 0,6 <sup>b</sup>	47 ± 6 <sup>e,f</sup>
70% EMB	56,8 ± 0,0 <sup>c</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	6,5 ± 0,0 <sup>c,d</sup>	11,5 ± 0,0 <sup>b,c</sup>	10,5 ± 0,0 <sup>b,c</sup>	37 ± 6 <sup>f,g</sup>
100% EMB	56,6 ± 0,2 <sup>c,d</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>h</sup>	2,0 ± 0,0 <sup>g</sup>	1,0 ± 0,0 <sup>f</sup>	87 ± 6 <sup>b,c</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata. Resultados apresentados como média ± desvio padrão. ABS: absorção; TC: tempo de chegada; TDES: tempo de desenvolvimento; TS: tempo de saída; EST: estabilidade; ITM: índice de tolerância à mistura.

Pelos resultados obtidos, pode-se verificar que a absorção de água para a farinha de trigo pura diminuiu à medida que a farinha de tritcale foi incorporada as misturas e, de modo geral, quanto maior a porcentagem de farinha de tritcale, menor foi a absorção das misturas. Este comportamento foi evidenciado para as três cultivares estudadas, entretanto, a cultivar IPR 111, até a proporção de 50%, foram as únicas misturas que não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação à farinha de trigo pura. Todas as demais proporções foram diferentes,

ao nível de significância de 5% e a cultivar IAC 5, através da análise das médias, foi a que apresentou os menores resultados.

Analisando as três cultivares, a EMBRAPA 53 foi a que apresentou as menores variações dos parâmetros farinográficos em relação à farinha de trigo pura, principalmente para o tempo de saída (TS), estabilidade (EST) e para o índice de tolerância à mistura (ITM). Estes resultados mostraram que, para esta cultivar, a proporção de 30% não diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) da farinha de trigo quanto ao tempo de chegada, saída, estabilidade, além de obter menor ITM.

As proporções de 50 e 70%, desta cultivar, podem apresentar resultados interessantes para a produção de pães, visto que as suas propriedades de resistência mecânica das massas analisadas variaram pouco, porém com diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação à farinha de trigo, podendo gerar bons resultados em processos que possuam tempos de batimento mais prolongados e sovas mecânicas, sem que ocorra grande prejuízo à rede de glúten.

Estas características da cultivar EMBRAPA 53 se sobressaíram quando comparadas com as cultivares IAC 5 e IPR 111, que em todas as proporções apresentaram diferenças significativas, ao nível de 5% de significância, em comparação com a farinha de trigo.

De forma contrária, as mesmas proporções que apresentaram boas características de resistência mecânica, de tolerância à mistura e que estão apropriadas à tecnologia de fabricação de pães de forma, podem apresentar problemas tecnológicos quando aplicados à tecnologia de bolos, visto que o glúten de melhor qualidade e com maior capacidade de absorção de água, poderia prejudicar o desenvolvimento do volume específico do produto e prejudicar, conseqüentemente, a sua qualidade final, produzindo um bolo de estrutura compacta e sem a maciez desejada pelo consumidor final (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Estudos que avaliaram farinhas originadas de novas cultivares de trigo ou o comportamento de propriedades farinográficas de misturas com outros tipos de farinhas, tem feito uso de uma farinha de trigo controle com valores de tempo de desenvolvimento (TDes) mínimo de 6,5 minutos e estabilidade (EST.) mínima de

8,0 minutos, reforçando os resultados obtidos para a cultivar EMBRAPA 53, nas proporções até 70% (PACHECO-DELAHAYE; TESTA, 2005; GUTKOSKY et al., 2006; OZTURK; KOKSEL; PERRY, 2009).

#### 5.4.6 – Alveografia das farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticale

A Tabela 15 apresenta os resultados de alveografia para as farinhas de trigo e de triticale e suas misturas.

**Tabela 15.** Alveografia das farinhas analisadas

FARINHA DE TRIGO				
AMOSTRAS	P	L	W	P/L
100% F. TRIGO	121,00 ± 2,0 <sup>a</sup>	44,50 ± 3,5 <sup>a,b,c</sup>	248,50 ± 11,5 <sup>a,b</sup>	2,74 ± 0,3 <sup>a,b</sup>
IAPAR – IPR 111				
AMOSTRAS	P	L	W	P/L
30% IPR	102,00 ± 1,0 <sup>b,c</sup>	55,00 ± 4,0 <sup>a</sup>	226,50 ± 12,5 <sup>b</sup>	1,86 ± 0,1 <sup>c,d</sup>
50% IPR	112,00 ± 8,0 <sup>a,b</sup>	49,50 ± 5,5 <sup>a,b</sup>	225,00 ± 1,0 <sup>b</sup>	2,31 ± 0,4 <sup>b,c</sup>
70% IPR	72,50 ± 2,5 <sup>d,e</sup>	37,50 ± 2,5 <sup>b,c,d,e</sup>	105,00 ± 0,0 <sup>d,e,f</sup>	1,95 ± 0,2 <sup>c,d</sup>
100% IPR	70,00 ± 3,0 <sup>e</sup>	22,00 ± 0,0 <sup>e</sup>	71,00 ± 6,0 <sup>e,f</sup>	3,18 ± 0,1 <sup>a</sup>
IAC 5				
AMOSTRAS	P	L	W	P/L
30% IAC	99,00 ± 2,0 <sup>c</sup>	56,00 ± 5,0 <sup>a</sup>	245,00 ± 32,0 <sup>a,b</sup>	1,78 ± 0,1 <sup>c,d</sup>
50% IAC	71,50 ± 6,5 <sup>e</sup>	53,50 ± 13,5 <sup>a</sup>	163,50 ± 41,5 <sup>c</sup>	1,39 ± 0,2 <sup>d</sup>
70% IAC	76,00 ± 2,0 <sup>d,e</sup>	41,00 ± 8,0 <sup>a,b,c,d</sup>	120,00 ± 13,0 <sup>c,d,e</sup>	1,94 ± 0,4 <sup>c,d</sup>
100% IAC	51,00 ± 2,0 <sup>f</sup>	28,00 ± 2,0 <sup>d,e</sup>	58,00 ± 2,0 <sup>f</sup>	1,84 ± 0,2 <sup>c,d</sup>
EMBRAPA 53				
AMOSTRAS	P	L	W	P/L
30% EMB	121,50 ± 1,5 <sup>a</sup>	53,50 ± 2,5 <sup>a</sup>	281,00 ± 15,0 <sup>a</sup>	2,27 ± 0,1 <sup>b,c</sup>
50% EMB	103,00 ± 3,0 <sup>b,c</sup>	33,00 ± 1,0 <sup>c,d,e</sup>	161,50 ± 11,5 <sup>c</sup>	3,12 ± 0,0 <sup>a</sup>
70% EMB	82,00 ± 0,0 <sup>d</sup>	35,50 ± 2,5 <sup>b,c,d,e</sup>	126,50 ± 12,5 <sup>c,d</sup>	2,32 ± 0,2 <sup>b,c</sup>
100% EMB	66,00 ± 0,0 <sup>e</sup>	28,50 ± 0,5 <sup>d,e</sup>	89,00 ± 1,0 <sup>d,e,f</sup>	2,32 ± 0,0 <sup>b,c</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata. Resultados apresentados como média ± desvio padrão. P: pressão máxima; L: abscissa de ruptura; W: energia de deformação da massa; P/L: índice de configuração da curva.

A característica alveográfica da farinha de trigo é típica de uma amostra que produzirá massas mais resistentes à extensão, ou elásticas, retratada pelo valor

de pressão máxima (P), do que extensíveis, indicado pela abscissa de ruptura (L) e que necessita de grande força para deformá-la (W), indicando o quão forte é esta farinha. Os valores alveográficos indicam se tratar de uma farinha adequada para aplicação em produtos de panificação, em especial produtos fermentáveis biologicamente, pois é importante que aconteça a distensão da massa para que esta mantenha em sua estrutura o CO<sub>2</sub> formado durante a etapa de fermentação, visto que este aspecto influenciará as características de volume específico e maciez do produto formado e conseqüentemente a qualidade do produto final. Os resultados apresentados para a farinha de trigo estão de acordo com a faixa de valores apresentados por Ribeiro (2009) e Guarienti (1996), cuja indicação é para a produção de pão.

Para todas as cultivares, à medida que a proporção de farinha de triticales aumentou, a configuração da curva alveográfica, retratada pelos valores dos parâmetros da Tabela 15, mudou sensivelmente. Inicialmente a farinha de trigo apresentou parâmetros dentro dos que são requeridos para, por exemplo, a fabricação de pães de forma, onde se deseja a produção de uma massa elástica e extensível e com uma boa energia de deformação, no entanto, à medida em que se aumentou a proporção das farinhas de triticales, todos os valores dos parâmetros P, L e W diminuíram, devido ao enfraquecimento do glúten original da farinha de trigo. O perfil da curva passou a ser cada vez mais adequado para a fabricação de bolos, com a característica de massa pouco elástica e pouco extensível.

Para a fabricação de pães de forma, pode-se destacar os perfis de curva apresentados pelas proporções de até 50% de farinha das cultivares IPR 111 e EMBRAPA 53 e até 30% de farinha da cultivar IAC 5, como bom potencial a gerar produtos com boa qualidade, visto que estatisticamente foram as proporções que mantiveram a maioria dos parâmetros alveográficos iguais ao nível de 5% de significância. As demais proporções possuem maiores possibilidades de gerar bolos tipo inglês, com melhores características e que podem proporcionar melhor aceitação sensorial.

**5.5 – Acompanhamento da vida-de-prateleira dos pães de forma produzidos com farinhas de trigo e suas misturas com farinha de triticale**

**5.5.1 – Volume específico dos pães de forma**

Nas Tabelas 16 a 18, são apresentados os volumes específicos dos pães de forma produzidos a partir das farinhas de trigo e de triticale, medidos no dia de cada processamento.

**Tabela 16.** Volume específico dos pães de forma analisados para a cultivar IPR111

CULTIVAR ESTUDADA	VOLUME ESPECÍFICO (cm <sup>3</sup> /g)
<b>IAPAR - IPR 111</b>	
100% Farinha de Trigo	4,13 ± 0,34 <sup>b</sup>
30% IAPAR - IPR 111/70% Farinha de Trigo	4,60 ± 0,68 <sup>a</sup>
50% IAPAR - IPR 111/50% Farinha de Trigo	4,36 ± 0,54 <sup>a,b</sup>
70% IAPAR - IPR 111/30% Farinha de Trigo	3,33 ± 0,17 <sup>c</sup>
100% IAPAR - IPR 111	2,27 ± 0,16 <sup>d</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05). Análise realizada em triplicata de processamento. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

**Tabela 17.** Volume específico dos pães de forma analisados para a cultivar IAC 5

CULTIVAR ESTUDADA	VOLUME ESPECÍFICO (cm <sup>3</sup> /g)
<b>IAC 5</b>	
100% Farinha de Trigo	4,13 ± 0,34 <sup>a,b</sup>
30% IAC - IAC 5/70% Farinha de Trigo	4,37 ± 0,49 <sup>a</sup>
50% IAC - IAC 5/50% Farinha de Trigo	3,92 ± 0,32 <sup>b,c</sup>
70% IAC - IAC 5/30% Farinha de Trigo	3,59 ± 0,13 <sup>c</sup>
100% IAC - IAC 5	3,06 ± 0,19 <sup>d</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05). Análise realizada em triplicata de processamento. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

**Tabela 18.** Volume específico dos pães de forma analisados para a cultivar EMBRAPA 53

CULTIVAR ESTUDADA	VOLUME ESPECÍFICO (cm <sup>3</sup> /g)
<b>EMBRAPA 53</b>	
100% Farinha de Trigo	4,13 ± 0,34 <sup>b,c</sup>
30% EMBRAPA – EMB. 53 /70% Farinha de Trigo	4,50 ± 0,56 <sup>a,b,c</sup>
50% EMBRAPA – EMB. 53 /50% Farinha de Trigo	4,61 ± 0,28 <sup>a,b</sup>
70% EMBRAPA – EMB. 53 /30% Farinha de Trigo	4,63 ± 0,34 <sup>a</sup>
100% EMBRAPA – EMB. 53	4,13 ± 0,16 <sup>c</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05). Análise realizada em triplicata de processamento. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Para cada cultivar de triticales, os pães com as diferentes proporções estudadas, tiveram seu volume específico comparado com o pão de forma produzido somente com farinha de trigo. Esta análise é bastante importante pois indica a qualidade do produto, visto que consumidores associam o volume do pão, à possíveis problemas ocorridos durante seu processamento (ESTELLER, 2007).

Sluimer (2005) relatou valores de volume específico de 5,0 mL/g para pães feitos com farinha de trigo, sendo que os pães que obtiveram os melhores resultados, no presente estudo, apresentaram valores bastantes próximos, conforme demonstrado nas Tabelas 16 a 18.

Para a cultivar IPR 111, a incorporação da farinha de triticales em até 50% foi benéfica ao produto, pois no mínimo, manteve o volume específico obtido pelo pão produzido com farinha de trigo pura. Na proporção de 30%, o volume específico foi significativamente superior ( $p < 0,05$ ), quando comparado com o ensaio onde foi utilizada somente a farinha de trigo.

Para os pães produzidos com a farinha da cultivar IAC 5, apenas os com 30% de incorporação apresentaram volumes específicos superiores, em valor absoluto, porém não diferiu estatisticamente ao nível de 5% de significância, quando comparados com os pães produzidos com farinha de trigo pura. Assim como o ocorrido para a cultivar IPR 111, apesar do valor absoluto ter sido menor, a proporção de 50%, da cultivar IAC 5, também foi estatisticamente igual, para a mesma significância.

Os resultados apresentados pelos pães produzidos com a farinha de triticales da cultivar EMBRAPA 53 foram os melhores, pois até a proporção de 70%, os pães de forma obtiveram valores superiores e juntamente com o pão de forma produzido com 30% da farinha de triticales da cultivar IPR 111 foram os pães com os maiores valores absolutos obtidos no estudo. Estatisticamente todas as proporções obtiveram resultados maiores ou iguais, ao nível de 5% de significância, mostrando o melhor desempenho obtido com a farinha de triticales da cultivar EMBRAPA 53.

### 5.5.2 – Teor de umidade dos pães de forma

Na Tabela 19, são apresentados os resultados dos teores de umidade dos pães de forma produzidos, acompanhados durante o período de 30 dias de sua estocagem.

**Tabela 19.** Umidade dos pães de forma analisados durante 30 dias

IAPAR – IPR 111				
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%TRIGO</b>	40,14 ± 1,33 <sup>b</sup>	40,42 ± 0,56 <sup>a</sup>	41,29 ± 0,36 <sup>a</sup>	39,60 ± 1,79 <sup>a</sup>
<b>30%IAPAR</b>	42,00 ± 0,84 <sup>a</sup>	40,27 ± 2,10 <sup>a</sup>	40,00 ± 1,59 <sup>a,b</sup>	39,01 ± 2,10 <sup>a</sup>
<b>50%IAPAR</b>	40,94 ± 0,81 <sup>a,b</sup>	40,14 ± 1,53 <sup>a</sup>	39,37 ± 1,16 <sup>b,c</sup>	39,23 ± 1,53 <sup>a</sup>
<b>70%IAPAR</b>	41,35 ± 0,69 <sup>a,b</sup>	40,09 ± 1,84 <sup>a</sup>	38,01 ± 1,64 <sup>c</sup>	37,95 ± 1,84 <sup>a</sup>
<b>100%IAPAR</b>	40,76 ± 1,36 <sup>a,b</sup>	39,47 ± 1,68 <sup>a</sup>	37,95 ± 1,85 <sup>c</sup>	38,47 ± 1,68 <sup>a</sup>
IAC 5				
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%TRIGO</b>	40,14 ± 1,33 <sup>a</sup>	40,42 ± 0,56 <sup>a</sup>	41,29 ± 0,36 <sup>a</sup>	39,60 ± 1,79 <sup>a,b</sup>
<b>30%IAC</b>	40,63 ± 0,60 <sup>a</sup>	38,99 ± 1,10 <sup>b</sup>	39,49 ± 0,59 <sup>b</sup>	37,97 ± 1,23 <sup>b,c</sup>
<b>50%IAC</b>	40,87 ± 0,96 <sup>a</sup>	40,10 ± 1,06 <sup>a,b</sup>	38,74 ± 1,72 <sup>b</sup>	39,17 ± 1,15 <sup>a,b,c</sup>
<b>70%IAC</b>	40,60 ± 1,90 <sup>a</sup>	40,02 ± 0,77 <sup>a,b</sup>	39,72 ± 0,81 <sup>b</sup>	39,94 ± 0,84 <sup>a</sup>
<b>100%IAC</b>	40,94 ± 1,40 <sup>a</sup>	37,57 ± 1,15 <sup>c</sup>	37,19 ± 1,12 <sup>c</sup>	37,36 ± 1,60 <sup>c</sup>
EMBRAPA 53				
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%TRIGO</b>	40,14 ± 1,33 <sup>b</sup>	40,42 ± 0,56 <sup>a</sup>	41,29 ± 0,36 <sup>a</sup>	39,60 ± 1,79 <sup>a</sup>
<b>30%EMB</b>	41,65 ± 1,49 <sup>a,b</sup>	39,61 ± 0,64 <sup>a</sup>	39,00 ± 1,24 <sup>b</sup>	38,86 ± 0,70 <sup>a</sup>
<b>50%EMB</b>	42,42 ± 2,56 <sup>a,b</sup>	40,55 ± 1,17 <sup>a</sup>	38,91 ± 0,82 <sup>b</sup>	38,05 ± 0,87 <sup>a,b</sup>
<b>70%EMB</b>	42,90 ± 1,44 <sup>a</sup>	39,09 ± 2,08 <sup>a</sup>	37,25 ± 0,91 <sup>c</sup>	36,69 ± 1,08 <sup>b,c</sup>
<b>100%EMB</b>	42,30 ± 1,74 <sup>a,b</sup>	38,94 ± 1,96 <sup>a</sup>	37,81 ± 1,10 <sup>b,c</sup>	36,28 ± 1,48 <sup>c</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Os teores de umidade apresentados pelos pães de forma produzidos com a farinha de triticale da cultivar IPR 111, no dia 1, foram similares e apesar da proporção de 30% ter apresentado valor superior e diferente estatisticamente ao nível de 5% de significância, a diferença entre as proporções não superou 2% em massa de água e para as demais proporções foram iguais estatisticamente para a mesma significância.

Nos demais períodos analisados, verificou-se a tendência de uma pequena perda de umidade em todos os ensaios, até os 30 dias de armazenamento. Sempre a amostra produzida somente com farinha de trigo obteve o maior valor absoluto de teor de umidade, porém não é possível afirmar que há uma influência negativa, nesse aspecto, decorrente da incorporação da farinha de tritcale, pois estatisticamente nos dias 12 e 30 dias de armazenamento, todas as proporções foram consideradas iguais ao mesmo nível de significância de 5%.

Os pães produzidos com a farinha de tritcale da cultivar IAC 5 obtiveram um comportamento menos uniforme, onde verifica-se que ocorrem mais flutuações dos teores de umidade durante os períodos de armazenamento, possivelmente em decorrência da natureza da própria amostra e com isso ocorrem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Porém, nota-se que o pão produzido com a farinha pura de tritcale desta cultivar, a partir do dia 12 de estocagem perde por volta de 3 pontos percentuais de umidade, mostrando ser diferente significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais pães desta mesma cultivar e mantém este comportamento durante os 30 dias de acompanhamento desta amostra. Ao final do período de acompanhamento, as amostras com até 70% de incorporação de farinha de tritcale atingiram uma diferença máxima inferior à 2 pontos percentuais, para a significância adotada nesta análise estatística.

A farinha obtida da cultivar EMBRAPA 53 proporcionou pães de forma com os maiores teores de umidade até o 12º dia de avaliação, e não apresentaram diferença estatística ao nível de 5% de significância. No 21º dia de avaliação, os pães produzidos com esta cultivar apresentaram as maiores taxas de perda de umidade, quando comparadas com as amostras originadas das outras duas cultivares estudadas. A partir do dia 21 de armazenamento, as amostras produzidas com 70% e 100% com farinha desta cultivar, apresentaram os menores teores de umidade dentre as amostras acompanhadas, ao nível de significância de 5%.

### 5.5.3 – Colorimetria dos pães de forma

Nas Tabelas 20 à 22, são apresentados os resultados dos parâmetros L\* (luminosidade) e dos parâmetros de cromaticidade a\* e b\* de colorimetria dos pães de forma produzidos e que foram acompanhados durante o período de 30 dias.

**Tabela 20.** Colorimetria dos pães de forma analisados, parâmetro L\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento

PÃO DE FORMA	LUMINOSIDADE L*			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%FARINHA DE TRIGO</b>	81,09 ± 1,21 <sup>a,b</sup>	80,56 ± 1,38 <sup>a</sup>	79,07 ± 2,03 <sup>a,b</sup>	78,72 ± 1,03 <sup>a</sup>
<b>30% IAPAR - IPR 111</b>	80,59 ± 1,72 <sup>a,b,c</sup>	78,77 ± 2,33 <sup>b</sup>	78,50 ± 2,61 <sup>a,b,c</sup>	77,99 ± 0,63 <sup>a,b</sup>
<b>50%IAPAR - IPR 111</b>	80,09 ± 0,98 <sup>b,c</sup>	77,20 ± 1,83 <sup>c,d</sup>	77,13 ± 2,86 <sup>b,c</sup>	75,42 ± 0,56 <sup>d</sup>
<b>70%IAPAR - IPR 111</b>	74,15 ± 0,95 <sup>e</sup>	72,36 ± 0,57 <sup>f,g</sup>	72,42 ± 1,57 <sup>d</sup>	73,23 ± 0,37 <sup>e,f</sup>
<b>100%IAPAR - IPR 111</b>	72,38 ± 0,59 <sup>f</sup>	73,03 ± 0,69 <sup>e,f</sup>	72,20 ± 1,10 <sup>d</sup>	71,41 ± 1,05 <sup>g</sup>
<b>30%IAC - IAC 5</b>	79,40 ± 1,52 <sup>c</sup>	78,03 ± 2,36 <sup>b,c</sup>	76,81 ± 0,83 <sup>c</sup>	77,99 ± 2,03 <sup>a,b</sup>
<b>50%IAC - IAC 5</b>	77,64 ± 0,78 <sup>d</sup>	76,95 ± 1,17 <sup>c,d</sup>	77,09 ± 2,59 <sup>b,c</sup>	76,79 ± 1,31 <sup>c</sup>
<b>70%IAC - IAC 5</b>	76,67 ± 0,44 <sup>d</sup>	75,90 ± 1,16 <sup>d</sup>	73,65 ± 0,54 <sup>d</sup>	76,03 ± 0,88 <sup>c,d</sup>
<b>100%IAC - IAC 5</b>	71,99 ± 0,88 <sup>f</sup>	71,01 ± 0,92 <sup>g</sup>	73,83 ± 3,87 <sup>d</sup>	72,98 ± 0,55 <sup>f,g</sup>
<b>30%EMBRAPA - EMB 53</b>	81,33 ± 1,29 <sup>a</sup>	77,14 ± 0,86 <sup>c,d</sup>	79,24 ± 1,04 <sup>a</sup>	77,08 ± 0,43 <sup>b,c</sup>
<b>50%EMBRAPA - EMB 53</b>	80,02 ± 1,31 <sup>b,c</sup>	77,05 ± 0,68 <sup>c,d</sup>	78,38 ± 0,95 <sup>a,b,c</sup>	73,85 ± 0,55 <sup>e</sup>
<b>70%EMBRAPA - EMB 53</b>	79,80 ± 1,25 <sup>c</sup>	74,04 ± 0,73 <sup>e</sup>	76,84 ± 1,28 <sup>c</sup>	71,28 ± 1,58 <sup>g</sup>
<b>100%EMBRAPA - EMB 53</b>	74,43 ± 1,56 <sup>e</sup>	71,52 ± 1,00 <sup>g</sup>	72,71 ± 0,74 <sup>d</sup>	69,74 ± 0,51 <sup>h</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

O parâmetro de luminosidade do miolo dos pães de forma foi influenciado pela incorporação de farinha de triticale, para as três cultivares estudadas, ou seja, quanto maior o grau de incorporação desta farinha, maior foi a diminuição da luminosidade gerada pela incidência da luz nas amostras. Podemos destacar que os pães produzidos com as cultivares IPR 111 e EMBRAPA 53, até a proporção de 50%, não apresentaram diferença significativa no 1° e 21° e no 12° e 21° dia de avaliação, respectivamente, com relação ao pão de forma produzido com farinha de trigo pura, ao nível de 5% de significância, e a cultivar IAC 5 mostrou-se mais escura, em todas as proporções e diferentes do pão de forma produzido com farinha de trigo para a mesma significância. Esta diminuição da luminosidade

também aconteceu com o decorrer do tempo de armazenamento, onde sempre as amostras com as maiores proporções de incorporação de farinha de tritcale mantiveram o comportamento inicial de menores valores e ao 30° de acompanhamento da luminosidade, apenas os pães produzidos com 30% de farinha de tritcale da cultivar IPR 11, não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ), em relação ao pão de forma produzido com farinha de trigo.

Os valores obtidos com o presente estudo, para as três cultivares e em todos os níveis de proporções de farinha de tritcale, foram maiores em relação aos obtidos por Ormenese (2010), com a aplicação de farinha de banana verde, e Esteller (2007), que coletou amostras de pães industriais comumente comercializados para a sua caracterização. Os valores obtidos para o parâmetro  $L^*$  variaram de 57,01 a 64,51 para Ormenese (2010) e foi de 62,37 para Esteller (2007). Este fato indica que as amostras obtidas pelo presente estudo apresentaram miolos mais claros que os citados acima.

**Tabela 21.** Colorimetria dos pães de forma analisados, parâmetro  $a^*$  medido ao longo dos 30 dias de armazenamento

PÃO DE FORMA	CROMATICIDADE $a^*$			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
100%FARINHA DE TRIGO	0,22 ± 0,11 <sup>g</sup>	0,29 ± 0,20 <sup>g</sup>	0,45 ± 0,43 <sup>e</sup>	0,40 ± 0,08 <sup>i</sup>
30% IAPAR - IPR 111	0,49 ± 0,21 <sup>e,f</sup>	0,14 ± 0,24 <sup>g</sup>	0,33 ± 0,22 <sup>e</sup>	0,97 ± 0,07 <sup>g</sup>
50%IAPAR - IPR 111	0,61 ± 0,43 <sup>e,f</sup>	0,47 ± 0,19 <sup>f</sup>	0,59 ± 0,00 <sup>d,e</sup>	1,27 ± 0,08 <sup>f</sup>
70%IAPAR - IPR 111	1,46 ± 0,26 <sup>c</sup>	1,04 ± 0,08 <sup>c</sup>	1,23 ± 0,19 <sup>b,c</sup>	1,67 ± 0,05 <sup>d</sup>
100%IAPAR - IPR 111	2,00 ± 0,26 <sup>a</sup>	1,75 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,79 ± 0,31 <sup>a</sup>	2,58 ± 0,17 <sup>a</sup>
30%IAC - IAC 5	0,18 ± 0,08 <sup>g</sup>	0,47 ± 0,25 <sup>f</sup>	0,43 ± 0,11 <sup>f</sup>	0,65 ± 0,20 <sup>h</sup>
50%IAC - IAC 5	0,71 ± 0,09 <sup>e</sup>	0,81 ± 0,11 <sup>d</sup>	1,19 ± 0,65 <sup>b,c</sup>	0,89 ± 0,11 <sup>g</sup>
70%IAC - IAC 5	1,25 ± 0,26 <sup>c,d</sup>	1,29 ± 0,22 <sup>b</sup>	1,32 ± 0,11 <sup>b</sup>	1,52 ± 0,12 <sup>e</sup>
100%IAC - IAC 5	1,71 ± 0,27 <sup>b</sup>	1,93 ± 0,21 <sup>a</sup>	1,43 ± 0,68 <sup>b</sup>	1,82 ± 0,07 <sup>c</sup>
30%EMBRAPA - EMB 53	0,40 ± 0,26 <sup>f,g</sup>	0,59 ± 0,13 <sup>e,f</sup>	0,57 ± 0,10 <sup>e</sup>	0,91 ± 0,08 <sup>g</sup>
50%EMBRAPA - EMB 53	0,52 ± 0,23 <sup>e,f</sup>	0,74 ± 0,24 <sup>d,e</sup>	0,93 ± 0,10 <sup>c,d</sup>	0,89 ± 0,13 <sup>g</sup>
70%EMBRAPA - EMB 53	1,02 ± 0,21 <sup>d</sup>	1,16 ± 0,21 <sup>b,c</sup>	1,13 ± 0,12 <sup>b,c</sup>	1,25 ± 0,19 <sup>f</sup>
100%EMBRAPA - EMB 53	1,85 ± 0,17 <sup>a,b</sup>	1,92 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,87 ± 0,22 <sup>a</sup>	2,21 ± 0,11 <sup>b</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Os resultados da Tabela 21 para o parâmetro de cromaticidade  $a^*$ , que compreende a variação das cores verde e vermelha, mostraram uma tendência de seguir o comportamento da luminosidade, ou seja à medida que aumentou-se a proporção da farinha de tritcale, para as três cultivares estudadas, os valores de  $a^*$  também aumentaram, para cada dia de avaliação. No primeiro dia de avaliação, apenas os pães produzidos com as cultivares IAC 5 e EMBRAPA 53, na proporção de 30%, não foram diferentes significativamente ( $p < 0,05$ ), em relação aos pães produzidos com farinha de trigo.

Ao longo dos 30 dias de acompanhamento, todas as proporções para as três cultivares analisadas apresentaram oscilações em seus resultados, não podendo relacionar o fato ao aumento da proporção de farinha de tritcale à mistura.

**Tabela 22.** Colorimetria dos pães de forma analisados, parâmetro  $b^*$  medido ao longo dos 30 dias de armazenamento

PÃO DE FORMA	CROMATICIDADE $b^*$			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
100%FARINHA DE TRIGO	17,15 ± 0,61 <sup>e,f,g</sup>	16,83 ± 0,58 <sup>e,f,g</sup>	17,47 ± 0,81 <sup>c,d,e,f</sup>	16,80 ± 0,54 <sup>g</sup>
30%IAPAR - IPR 111	18,00 ± 0,57 <sup>d</sup>	17,26 ± 0,32 <sup>c,d,e</sup>	17,64 ± 0,60 <sup>e,f,g</sup>	18,24 ± 0,40 <sup>d,e</sup>
50%IAPAR - IPR 111	19,06 ± 0,37 <sup>b,c</sup>	18,27 ± 0,29 <sup>b</sup>	18,53 ± 0,52 <sup>b</sup>	18,65 ± 0,29 <sup>c</sup>
70%IAPAR - IPR 111	19,43 ± 1,02 <sup>b</sup>	19,30 ± 0,29 <sup>a</sup>	18,29 ± 1,36 <sup>b,c,d</sup>	19,28 ± 0,24 <sup>b</sup>
100%IAPAR - IPR 111	21,28 ± 0,29 <sup>a</sup>	19,47 ± 0,56 <sup>a</sup>	19,66 ± 1,03 <sup>a</sup>	20,07 ± 0,42 <sup>a</sup>
30%IAC - IAC 5	16,72 ± 0,22 <sup>g</sup>	17,07 ± 0,31 <sup>d,e,f</sup>	16,39 ± 0,26 <sup>g</sup>	17,69 ± 0,41 <sup>f</sup>
50%IAC - IAC 5	17,50 ± 0,19 <sup>d,e,f</sup>	17,44 ± 0,19 <sup>c,d</sup>	17,27 ± 0,74 <sup>d,e,f,g</sup>	17,53 ± 0,31 <sup>f</sup>
70%IAC - IAC 5	17,08 ± 0,78 <sup>e,f,g</sup>	16,80 ± 0,70 <sup>f,g</sup>	17,61 ± 0,44 <sup>b,c,d,e,f</sup>	16,64 ± 0,20 <sup>g</sup>
100%IAC - IAC 5	18,73 ± 0,56 <sup>c</sup>	18,39 ± 0,45 <sup>b</sup>	18,52 ± 0,69 <sup>b,c</sup>	18,49 ± 0,31 <sup>c,d</sup>
30%EMBRAPA - EMB 53	16,84 ± 0,36 <sup>f,g</sup>	16,42 ± 0,30 <sup>g</sup>	16,66 ± 0,64 <sup>f,g</sup>	16,84 ± 0,20 <sup>g</sup>
50%EMBRAPA - EMB 53	16,49 ± 0,77 <sup>g</sup>	16,60 ± 0,39 <sup>g</sup>	16,69 ± 0,75 <sup>f,g</sup>	16,77 ± 0,29 <sup>g</sup>
70%EMBRAPA - EMB 53	17,07 ± 0,64 <sup>e,f,g</sup>	17,24 ± 0,37 <sup>d,e,f</sup>	16,74 ± 0,84 <sup>f,g</sup>	16,91 ± 0,26 <sup>g</sup>
100%EMBRAPA - EMB 53	17,58 ± 1,15 <sup>d,e</sup>	17,69 ± 0,36 <sup>c</sup>	18,10 ± 0,57 <sup>b,c,d,e</sup>	18,12 ± 0,47 <sup>e</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Os resultados do parâmetro de cromaticidade  $b^*$ , que compreende a variação das cores azul e amarela, apresentaram uma tendência de aumento dos

seus valores à medida que aumentou-se a proporção da farinha de triticale, para as três cultivares estudadas, assim como os obtidos para a Luminosidade ( $L^*$ ) e para a cromaticidade  $a^*$ .

A cultivar EMBRAPA 53, em todas as proporções estudadas e a cultivar IAC 5, até a proporção de 70%, geraram os pães de forma que obtiveram os melhores desempenhos na avaliação do parâmetro  $b^*$ , não apresentando diferença da tonalidade amarela em seus miolos, visto que estes pães não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), quando comparados com os pães de forma produzidos com farinha de trigo pura, no primeiro dia de avaliação. A cultivar EMBRAPA 53, até a proporção de 70%, e apenas a proporção de 70% da cultivar IAC 5, continuaram com o mesmo comportamento e não apresentaram diferenças significativas, ao nível de 5% de significância, até o 30º dia do acompanhamento para a mesma comparação.

Estes valores são superiores aos obtidos por Ormenese (2010) e Esteller (2007), mostrando que as amostras produzidas neste estudo possuem miolos com tonalidades mais intensas e voltadas para a coloração amarela. O fato dos valores aumentarem com o aumento da proporção da farinha de triticale indicam que estas possuem tonalidade voltada para o tom creme, amarelado, característico para os miolos de pão de forma.

#### **5.5.4 – Atividade de água dos pães de forma**

Na Tabela 23, são apresentados os resultados de atividade de água ( $A_w$ ) dos pães de forma produzidos neste estudo, que foram acompanhados durante o período de 30 dias.

**Tabela 23.** Atividade de água dos pães de forma analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento

PÃO DE FORMA	ATIVIDADE DE ÁGUA ( $A_w$ )			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%FARINHA DE TRIGO</b>	0,947 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,942 ± 0,001 <sup>b,c,d</sup>	0,945 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,942 ± 0,003 <sup>b,c</sup>
<b>30% IAPAR - IPR 111</b>	0,944 ± 0,001 <sup>a,b</sup>	0,942 ± 0,002 <sup>b,c,d</sup>	0,943 ± 0,002 <sup>a,b,c</sup>	0,943 ± 0,002 <sup>a,b</sup>
<b>50%IAPAR - IPR 111</b>	0,941 ± 0,003 <sup>b,c</sup>	0,943 ± 0,002 <sup>a,b,c</sup>	0,941 ± 0,003 <sup>b,c,d,e</sup>	0,937 ± 0,001 <sup>e,f</sup>
<b>70%IAPAR - IPR 111</b>	0,948 ± 0,004 <sup>a</sup>	0,940 ± 0,001 <sup>c,d</sup>	0,943 ± 0,002 <sup>a,b</sup>	0,939 ± 0,001 <sup>d,e</sup>
<b>100%IAPAR - IPR 111</b>	0,945 ± 0,006 <sup>a,b</sup>	0,942 ± 0,002 <sup>b,c,d</sup>	0,939 ± 0,002 <sup>d,e</sup>	0,937 ± 0,001 <sup>e,f</sup>
<b>30%IAC - IAC 5</b>	0,940 ± 0,006 <sup>b,c</sup>	0,943 ± 0,002 <sup>a,b,c</sup>	0,942 ± 0,002 <sup>b,c,d</sup>	0,946 ± 0,001 <sup>a</sup>
<b>50%IAC - IAC 5</b>	0,943 ± 0,004 <sup>a,b</sup>	0,939 ± 0,002 <sup>c,d</sup>	0,940 ± 0,002 <sup>b,c,d,e</sup>	0,939 ± 0,001 <sup>d,e</sup>
<b>70%IAC - IAC 5</b>	0,937 ± 0,003 <sup>c,d</sup>	0,941 ± 0,001 <sup>c,d</sup>	0,940 ± 0,002 <sup>b,c,d,e</sup>	0,934 ± 0,002 <sup>g,h</sup>
<b>100%IAC - IAC 5</b>	0,934 ± 0,002 <sup>d</sup>	0,940 ± 0,002 <sup>c,d</sup>	0,935 ± 0,001 <sup>f</sup>	0,940 ± 0,001 <sup>h</sup>
<b>30%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,940 ± 0,003 <sup>b,c</sup>	0,946 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,940 ± 0,002 <sup>b,c,d,e</sup>	0,940 ± 0,002 <sup>c,d</sup>
<b>50%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,943 ± 0,002 <sup>a,b</sup>	0,942 ± 0,004 <sup>b,c,d</sup>	0,939 ± 0,003 <sup>d,e</sup>	0,943 ± 0,001 <sup>b</sup>
<b>70%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,943 ± 0,002 <sup>a,b</sup>	0,945 ± 0,002 <sup>a,b</sup>	0,939 ± 0,003 <sup>d,e</sup>	0,942 ± 0,001 <sup>b,c</sup>
<b>100%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,941 ± 0,003 <sup>b,c</sup>	0,941 ± 0,002 <sup>c,d</sup>	0,938 ± 0,001 <sup>e,f</sup>	0,936 ± 0,001 <sup>f,g</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de nove determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

O pão de forma é um produto de alta atividade de água, ou seja, possui muita água livre disponível para crescimento microbiano e para as reações químicas de deterioração do produto, por esse motivo, normalmente os produtos disponíveis no mercado possuem baixa vida-de-prateleira, pois estão susceptíveis, principalmente, a crescimentos de bolores e leveduras em sua superfície. Os resultados apresentados na Tabela 23 comprovam esse fato, onde todas as amostras apresentaram valores de  $A_w$  superiores a 0,900, com diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os pães de forma analisados, porém a grandeza dos valores apresentados acaba colocando todos os pães dentro de uma faixa crítica de estabilidade. Estes valores estão de acordo com os obtidos por Silva (2006) e Gragnani (2010), que também encontraram valores superiores à 0,900 para os pães de forma obtidos em seus estudos.

**5.5.5 – Textura instrumental dos pães de forma**

Na Tabela 24, são apresentados os resultados de textura instrumental, firmeza dos pães de forma produzidos neste estudo e que foram acompanhados durante o período de 30 dias.

**Tabela 24.** Textura instrumental dos pães de forma analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento

PÃES DE FORMA	TEXTURA INSTRUMENTAL – Firmeza (gf)				
	DIA 1	DIA 7	DIA 12	DIA 21	DIA 30
100% TRIGO	159,99 ± 13,16 <sup>d</sup>	261,82 ± 22,42 <sup>e</sup>	397,01 ± 13,84 <sup>d</sup>	532,77 ± 51,28 <sup>d</sup>	589,07 ± 50,10 <sup>d</sup>
30% IPR 111	196,21 ± 14,20 <sup>d</sup>	398,22 ± 28,81 <sup>d</sup>	482,72 ± 43,55 <sup>d</sup>	594,89 ± 43,39 <sup>c,d</sup>	594,93 ± 35,80 <sup>d</sup>
50% IPR 111	274,36 ± 20,72 <sup>c</sup>	550,15 ± 39,29 <sup>c</sup>	592,35 ± 24,94 <sup>c</sup>	626,11 ± 44,97 <sup>c</sup>	917,12 ± 90,31 <sup>c</sup>
70% IPR 111	418,65 ± 33,44 <sup>b</sup>	721,86 ± 55,75 <sup>b</sup>	982,70 ± 66,34 <sup>a</sup>	1187,41 ± 60,58 <sup>b</sup>	1209,04 ± 86,06 <sup>b</sup>
100% IPR 111	1152,15 ± 58,38 <sup>a</sup>	1533,23 ± 112,76 <sup>a</sup>	1860,97 ± 155,45 <sup>a</sup>	2217,73 ± 129,31 <sup>a</sup>	2840,29 ± 250,22 <sup>a</sup>
100% TRIGO	159,99 ± 13,16 <sup>c</sup>	261,82 ± 22,42 <sup>c</sup>	397,01 ± 13,84 <sup>d</sup>	532,77 ± 51,28 <sup>d</sup>	589,07 ± 50,10 <sup>d</sup>
30% IAC 5	141,13 ± 13,91 <sup>c</sup>	457,85 ± 43,39 <sup>b</sup>	583,14 ± 44,77 <sup>b,c</sup>	608,86 ± 61,26 <sup>c,d</sup>	733,52 ± 25,44 <sup>c</sup>
50% IAC 5	317,39 ± 22,16 <sup>b</sup>	467,38 ± 34,14 <sup>b</sup>	644,74 ± 47,23 <sup>b</sup>	668,55 ± 52,48 <sup>c</sup>	865,41 ± 62,73 <sup>b</sup>
70% IAC 5	316,58 ± 15,69 <sup>b</sup>	483,46 ± 39,96 <sup>b</sup>	521,09 ± 53,22 <sup>c</sup>	802,33 ± 44,68 <sup>b</sup>	876,96 ± 47,14 <sup>b</sup>
100% IAC 5	643,84 ± 61,58 <sup>a</sup>	908,95 ± 40,15 <sup>a</sup>	1031,80 ± 91,82 <sup>a</sup>	1895,74 ± 176,46 <sup>a</sup>	1923,27 ± 155,83 <sup>a</sup>
100% TRIGO	159,99 ± 13,16 <sup>b</sup>	261,82 ± 22,42 <sup>b</sup>	397,01 ± 13,84 <sup>a,b</sup>	532,77 ± 51,28 <sup>a</sup>	589,07 ± 50,10 <sup>b</sup>
30% EMBRAPA 53	122,37 ± 8,27 <sup>c</sup>	213,31 ± 10,86 <sup>c</sup>	311,22 ± 28,27 <sup>c</sup>	342,32 ± 32,77 <sup>b</sup>	512,77 ± 39,85 <sup>b</sup>
50% EMBRAPA 53	156,49 ± 10,47 <sup>b</sup>	271,25 ± 17,09 <sup>b</sup>	311,64 ± 27,38 <sup>c</sup>	491,26 ± 37,88 <sup>a</sup>	585,98 ± 52,63 <sup>b</sup>
70% EMBRAPA 53	157,98 ± 7,57 <sup>b</sup>	279,63 ± 22,72 <sup>b</sup>	360,03 ± 35,84 <sup>b</sup>	409,34 ± 12,44 <sup>b</sup>	503,03 ± 34,74 <sup>b</sup>
100% EMBRAPA 53	177,47 ± 12,61 <sup>a</sup>	315,59 ± 27,58 <sup>a</sup>	416,08 ± 39,45 <sup>a</sup>	528,30 ± 95,70 <sup>a</sup>	937,97 ± 149,17 <sup>a</sup>

Para cada cultivar, médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

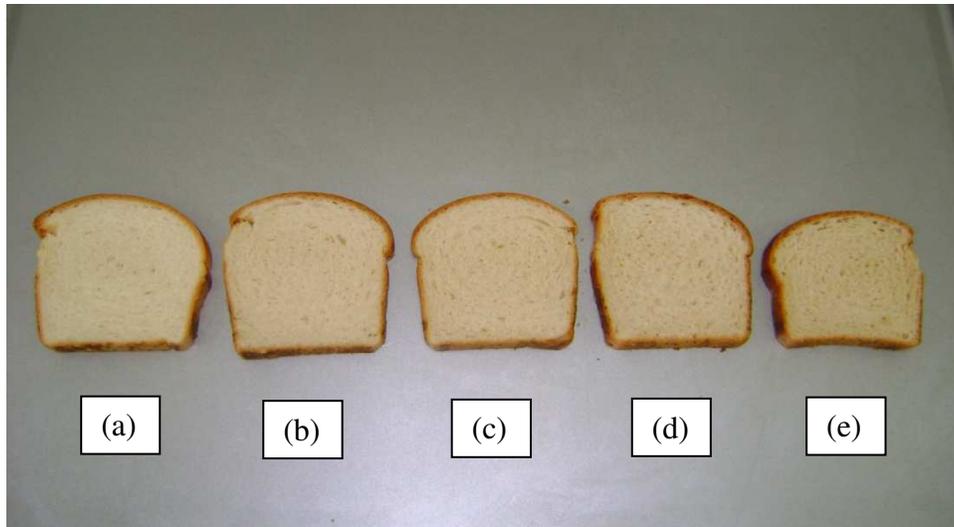
Os pães de forma produzidos com as misturas de farinha de trigo e triticales para a cultivar IPR 111 proporcionaram um comportamento similar ao pão de forma produzido com farinha de trigo apenas para a proporção de 30%, que obteve um comportamento igual estatisticamente, ao nível de 5% de significância nos dias 1, 21 e 30 dias de estocagem. As demais proporções, para esta cultivar, apresentaram maiores firmezas desde o início do acompanhamento até o seu final, sempre quando comparadas com o pão de forma elaborado somente com farinha de trigo, considerada uma formulação padrão.

Com exceção da proporção de 30% no dia 1, pães de forma produzidos com a mistura de farinha de trigo e tritcale da cultivar IAC 5, os resultados da textura instrumental, parâmetro firmeza, mostraram-se diferentes estatisticamente, ao nível de 5% de significância, o que se traduz em um pior desempenho, pois nenhuma proporção obteve um comportamento similar ao do pão de forma produzido somente com a farinha de trigo, porém em valores absolutos, os resultados obtidos para esta cultivar mostram que as firmezas foram menores, para os pães com proporções superiores à 50% de incorporação, quando comparados com os pães produzidos com a farinha originada da cultivar IPR 111.

Os melhores resultados para este importante atributo de qualidade de produtos de panificação foram alcançados pelos pães produzidos pela mistura de farinha de trigo e farinha de tritcale da cultivar EMBRAPA 53. Em valores absolutos, foram os pães de forma que apresentaram os menores valores de firmeza e, de modo geral, as amostras produzidas em todas as porcentagens de incorporação da farinha deste tritcale obtiveram comportamento similar aos pães produzidos com farinha de trigo (Tabela 24).

### **5.5.6 – Análise sensorial dos pães de forma**

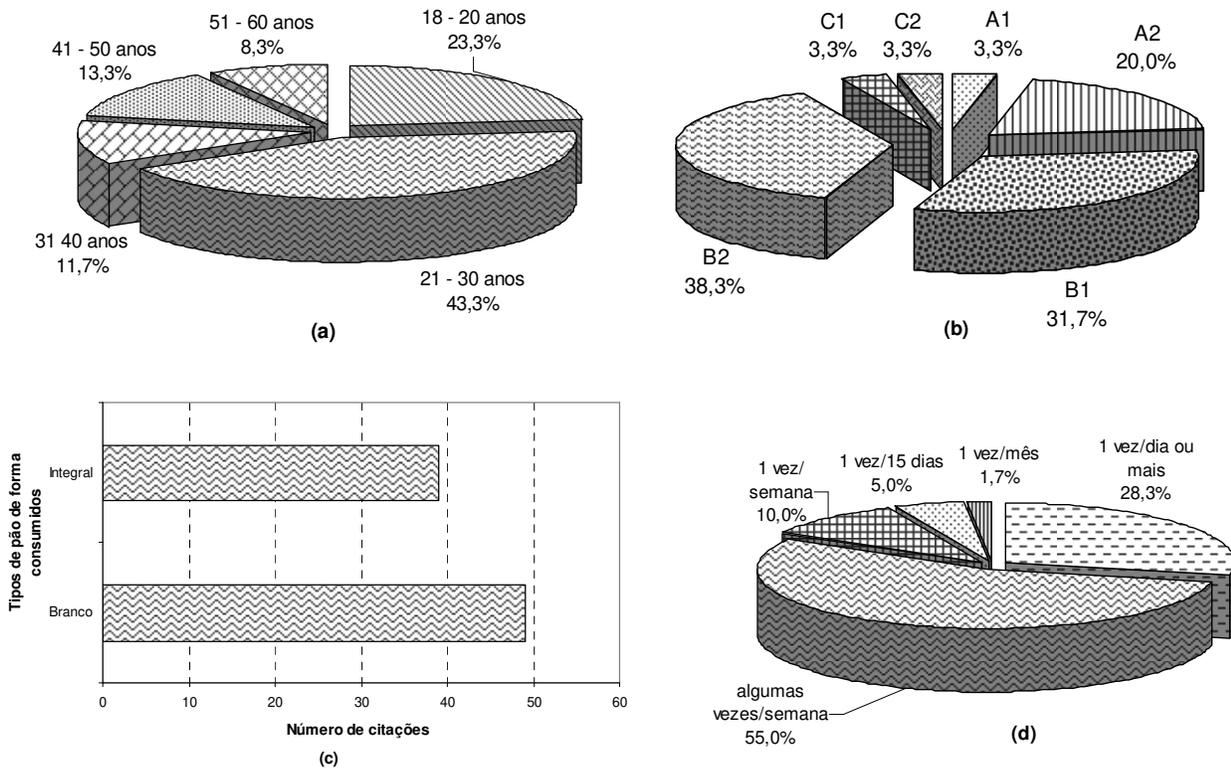
Após a realização do acompanhamento da vida-de-prateleira dos pães de forma ao longo dos 30 dias, os resultados das análises realizadas permitiram escolher os produtos obtidos com a farinha de tritcale da cultivar EMBRAPA 53, em todos os níveis estudados, para a condução da análise sensorial, pelo teste de aceitação, comparando-as sempre com o pão de forma produzido somente com farinha de trigo.



**Figura 8.** Pães de forma produzidos com farinha de triticale da cultivar EMBRAPA 53. (a) 100% trigo; (b) 30% Embrapa 53; (c) 50% Embrapa 53; (d) 70% Embrapa 53; (e) 100% Embrapa 53

#### **5.5.6.1 Caracterização do grupo de consumidores recrutado para os testes sensoriais**

Dos 60 consumidores recrutados, havia 47 mulheres e 13 homens. As características do grupo quanto à faixa etária, classe social, tipos de pães de forma consumidos e frequência de consumo são apresentadas na Figura 9.



**Figura 9.** Faixa etária (a), classe social (b), tipos de pão de forma consumidos (c) e freqüência de consumo (d) citados pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras

O grupo de provadores era composto, na sua maioria, por pessoas nas faixas etárias de 18 à 20 e de 21 à 30 anos, que juntos somavam 66,6% do total de avaliadores e que do total de provadores, 93% pelo menos uma vez por semana, mostrando a grande aceitação que o produto possui entre os consumidores.

#### 5.5.6.2 Teste de aceitabilidade e intenção de compra

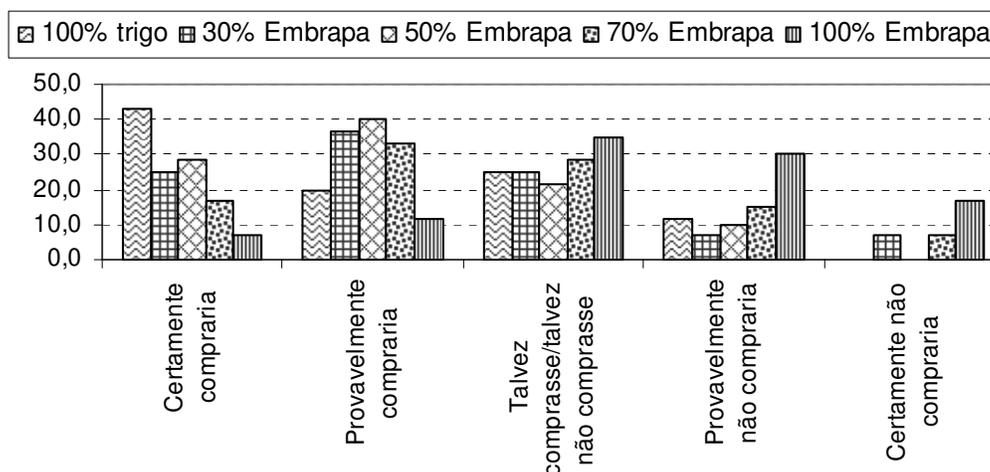
Os resultados médios obtidos nos testes de aceitabilidade e intenção de compra são mostrados na Tabela 25. Na Figura 10, é apresentada a distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos para a intenção de compra das amostras de pão de forma. Na Tabela 26, são apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição, associadas às amostras por meio das escalas

hedônicas utilizadas, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6 (acima do ponto médio), 5 (ponto médio) e de 4 a 1 (abaixo do ponto médio), respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados, bem como as porcentagens de intenção positiva de compra (valores 5 e 4 da escala), incerteza (valor 3) e intenção negativa de compra (valores 2 e 1 da escala). Os gostos e desgostos descritos pelos consumidores são apresentados nas Tabelas 27 e 28.

**Tabela 25.** Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de pão de forma

Aceitabilidade	Amostras					D.M.S.
	100% trigo	30% Embrapa 53	50% Embrapa 53	70% Embrapa 53	100% Embrapa 53	
Aparência	7,5 ± 1,0 <sup>a</sup>	7,2 ± 0,9 <sup>ab</sup>	7,3 ± 0,9 <sup>a</sup>	6,8 ± 1,1 <sup>b</sup>	5,7 ± 1,8 <sup>c</sup>	0,45
Aroma	7,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	6,8 ± 1,2 <sup>ab</sup>	7,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	6,8 ± 1,2 <sup>ab</sup>	6,4 ± 1,6 <sup>b</sup>	0,48
Sabor	7,1 ± 1,1 <sup>ab</sup>	6,7 ± 1,5 <sup>b</sup>	7,2 ± 0,9 <sup>a</sup>	6,6 ± 1,2 <sup>b</sup>	5,8 ± 1,6 <sup>c</sup>	0,51
Maciez	7,0 ± 1,4 <sup>a</sup>	6,7 ± 1,4 <sup>ab</sup>	6,9 ± 1,0 <sup>a</sup>	6,3 ± 1,6 <sup>b</sup>	5,1 ± 1,9 <sup>c</sup>	0,59
Produto de modo global	7,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	6,7 ± 1,5 <sup>bc</sup>	7,1 ± 1,0 <sup>ab</sup>	6,5 ± 1,3 <sup>c</sup>	5,5 ± 1,8 <sup>d</sup>	0,51
Intenção de compra	4,0 ± 1,1 <sup>a</sup>	3,7 ± 1,1 <sup>ab</sup>	3,9 ± 0,9 <sup>a</sup>	3,4 ± 1,1 <sup>b</sup>	2,6 ± 1,1 <sup>c</sup>	0,41

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. D.M.S.: diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% pelo Teste de Tukey. Em cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%.



**Figura 10.** Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos para a intenção de compra das amostras de pão de forma

Na avaliação da aceitabilidade da **aparência**, as amostras 100% trigo e 50% Embrapa 53, com médias situadas entre “gostei muito” e “gostei”, não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si e nem da amostra 30% Embrapa 53, que por sua vez, não diferiu da amostra 70% Embrapa 53, com média próxima de “gostei”. O pão de forma 100% Embrapa, com média entre “gostei pouco” e “nem gostei, nem desgostei”, foi o que apresentou a menor aceitabilidade em termos de aparência.

Na avaliação do **aroma**, as amostras 100% trigo e 50% Embrapa 53, com médias correspondentes a “gostei”, não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si e nem das amostras 30% Embrapa 53 e 70% Embrapa 53, que por sua vez, também não diferiram da amostra 100% Embrapa 53, que apresentou média situada entre “gostei” e “gostei pouco”.

Quanto ao **sabor**, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras 50% Embrapa 53 e 100% trigo, que apresentaram médias próximas de “gostei” na escala empregada. O pão 100% trigo não diferiu em termos de sabor dos pães 30% Embrapa 53 e 70% Embrapa 53, que também não diferiram entre si e apresentaram médias entre “gostei” e “gostei pouco”. A amostra 100% Embrapa, com média próxima de “gostei pouco” apresentou a menor aceitabilidade em termos de sabor, tendo diferido de todas as demais.

Em relação à **maciez**, as amostras 100% trigo e 50% Embrapa 53, com médias próximas de “gostei”, não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si e nem da amostra 30% Embrapa 53, que por sua vez, não diferiu da amostra 70% Embrapa 53, com média próxima de “gostei pouco”. O pão de forma 100% Embrapa, com média correspondente a “nem gostei, nem desgostei”, foi o que apresentou a menor aceitabilidade em termos de maciez, tendo diferido significativamente das demais amostras.

Na avaliação do **produto de modo global**, não houve diferença significativa entre as amostras 100% trigo e 50% Embrapa 53, que obtiveram médias correspondentes a “gostei” na escala empregada. O pão 30% Embrapa não diferiu nem do pão 50% Embrapa 53 e nem do pão 70% Embrapa 53, que apresentou média situada entre “gostei” e “gostei pouco”. Também em relação à

maciez, o pão 100% Embrapa 53 foi o menos aceito dentre os avaliados, tendo apresentado média entre “gostei pouco” e “nem gostei, nem desgostei”.

Quanto à **intenção de compra**, as amostras 100% trigo e 50% Embrapa 53, com médias próximas de “provavelmente compraria”, não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si e nem da amostra 30% Embrapa 53, que por sua vez, não diferiu da amostra 70% Embrapa 53, com média situada entre “provavelmente compraria” e “talvez comprasse, talvez não comprasse”. O pão de forma 100% Embrapa 53 foi o que apresentou a menor intenção de compra, com média situada entre “talvez comprasse, talvez não comprasse” e “provavelmente não compraria”.

**Tabela 26.** Frequências de aceitação, indiferença e rejeição à aparência, aroma, sabor, maciez e produto de modo global e frequências de intenção positiva de compra, incerteza e intenção negativa de compra das amostras de pão de forma

Aceitabilidade / Intenção de compra		Amostras				
		100% trigo	30% Embrapa	50% Embrapa	70% Embrapa	100% Embrapa
Aparência	Aceitação (%)	96,7	96,6	98,3	88,3	66,6
	Indiferença (%)	1,7	1,7	0,0	6,7	6,7
	Rejeição (%)	1,7	1,7	1,7	5,0	26,7
Aroma	Aceitação (%)	93,3	90,0	91,6	83,3	76,7
	Indiferença (%)	1,7	3,3	5,0	11,7	10,0
	Rejeição (%)	5,0	6,6	3,3	5,0	13,3
Sabor	Aceitação (%)	93,3	85,0	96,7	89,9	66,7
	Indiferença (%)	3,3	5,0	0,0	3,3	6,7
	Rejeição (%)	3,3	9,9	3,3	6,7	26,7
Maciez	Aceitação (%)	88,3	85,0	95,0	76,7	50,1
	Indiferença (%)	3,3	5,0	1,7	1,7	10,0
	Rejeição (%)	8,3	10,0	3,4	21,7	40,0
Produto de modo global	Aceitação (%)	93,3	86,6	93,3	79,9	56,6
	Indiferença (%)	3,3	1,7	1,7	10,0	8,3
	Rejeição (%)	3,3	11,7	5,0	10,0	35,0
Intenção de compra	Positiva (%)	63,3	61,7	68,3	50,0	18,4
	Incerteza (%)	25,0	25,0	21,7	28,3	35,0
	Negativa (%)	11,7	13,4	10,0	21,7	46,7

As amostras 30%, 50% e 70% Embrapa 53 apresentaram frequências de aceitação acima de 75% para todos os atributos avaliados, tendo se destacado o pão 50% Embrapa 53, com frequências de aceitação acima de 90%, similares ou

até mesmo superiores às do pão 100% trigo. Quanto à intenção de compra, a amostra 50% Embrapa 53 foi a que apresentou a maior frequência de intenção positiva de compra e as menores frequências de incerteza e de intenção negativa de compra. Pelo contrário, a amostra 100% Embrapa 53 apresentou uma frequência de intenção positiva bastante baixa (<20%) e elevadas frequências de incerteza e de intenção negativa de compra.

**Tabela 27.** Principais gostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de pão de forma (Números indicam a frequência com que foram citados)

Gostos	Amostras				
	100% trigo	30% Embrapa	50% Embrapa	70% Embrapa	100% Embrapa
Aparência	15	11	13	10	4
Cor	5	4	2	3	1
<b>Total de menções positivas sobre a aparência</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>5</b>
<b>Total de menções positivas sobre o aroma</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>15</b>
<b>Total de menções positivas sobre o sabor</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>16</b>
Maciez	17	19	15	11	5
Textura	4	5	4	6	-
<b>Total de menções positivas sobre a textura</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>5</b>
<b>Gostou de tudo</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
<b>Total de menções positivas</b>	<b>74</b>	<b>67</b>	<b>74</b>	<b>67</b>	<b>42</b>
<b>Nada, Não gostou</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>11</b>

**Tabela 28.** Desgostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de pão de forma (Números indicam a freqüência com que foram citados)

Desgostos	Amostras				
	100% trigo	30% Embrapa	50% Embrapa	70% Embrapa	100% Embrapa
Aparência, aparência de crua	1	2	2	3	15
Cor	-	1	3	3	9
<b>Total de menções negativas sobre a aparência</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
<b>Total de menções negativas sobre o aroma</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Total de menções negativas sobre o sabor</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>17</b>
Maciez, pouco macio, muito duro	13	8	12	11	25
Massa gomosa, pegajosa	1	3	1	2	3
<b>Total de menções negativas sobre a textura</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>28</b>
<b>Total de menções negativas</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	<b>73</b>

Quanto aos gostos e desgostos descritos pelos consumidores (Tabelas 27 e 28), verifica-se que a amostra 50% Embrapa 53 destacou-se por apresentar uma freqüência de menções positivas relativas ao sabor superior à da amostra 100% trigo enquanto que a amostra 100% Embrapa 53 destacou-se negativamente em relação às demais amostras quanto à aparência e à textura, em especial à falta de maciez.

## 5.6 – Acompanhamento da vida-de-prateleira dos bolos tipo inglês produzidos com farinhas de trigo e suas misturas com farinha de tritcale

### 5.6.1 – Volume específico dos bolos industriais

Nas Tabelas 29 a 31, são apresentados os volumes específicos dos bolos industriais produzidos para o presente estudo, medidos no mesmo dia de processamento.

**Tabela 29.** Volume específico dos bolos industriais analisados para a cultivar IPR111

CULTIVAR ESTUDADA	VOLUME ESPECÍFICO (ml/g)
<b>IAPAR - IPR 111</b>	
<b>100% Farinha de Trigo</b>	2,13 ± 0,10 <sup>a,b</sup>
<b>30% IAPAR - IPR 111/70% Farinha de Trigo</b>	2,16 ± 0,14 <sup>a</sup>
<b>50% IAPAR - IPR 111/50% Farinha de Trigo</b>	2,07 ± 0,07 <sup>a,b,c</sup>
<b>70% IAPAR - IPR 111/30% Farinha de Trigo</b>	2,02 ± 0,05 <sup>b,c</sup>
<b>100% IAPAR - IPR 111</b>	1,99 ± 0,04 <sup>c</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata de processamento. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

**Tabela 30.** Volume específico dos bolos industriais analisados para a cultivar IAC 5

CULTIVAR ESTUDADA	VOLUME ESPECÍFICO (ml/g)
<b>IAC - IAC 5</b>	
<b>100% Farinha de Trigo</b>	2,13 ± 0,10 <sup>a</sup>
<b>30% IAC - IAC 5/70% Farinha de Trigo</b>	2,17 ± 0,14 <sup>a</sup>
<b>50% IAC - IAC 5/50% Farinha de Trigo</b>	2,14 ± 0,15 <sup>a</sup>
<b>70% IAC - IAC 5/30% Farinha de Trigo</b>	2,06 ± 0,11 <sup>a</sup>
<b>100% IAC - IAC 5</b>	2,03 ± 0,04 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata de processamento. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

**Tabela 31.** Volume específico dos bolos industriais analisados para a cultivar EMBRAPA 53

CULTIVAR ESTUDADA	VOLUME ESPECÍFICO (ml/g)
<b>EMBRAPA - EMBRAPA 53</b>	
<b>100% Farinha de Trigo</b>	2,13 ± 0,10 <sup>a</sup>
<b>30% EMBRAPA – EMB. 53 /70% Farinha de Trigo</b>	2,23 ± 0,07 <sup>a</sup>
<b>50% EMBRAPA – EMB. 53 /50% Farinha de Trigo</b>	2,15 ± 0,15 <sup>a</sup>
<b>70% EMBRAPA – EMB. 53 /30% Farinha de Trigo</b>	2,17 ± 0,08 <sup>a</sup>
<b>100% EMBRAPA – EMB. 53</b>	2,15 ± 0,05 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata de processamento. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Para a cultivar IPR 111, a incorporação da farinha de tritcale em até 70% e não proporcionou diferença significativa aos produtos, ao nível de 5% de

significância, quando comparados com o ensaio que utilizou somente a farinha de trigo.

Os bolos produzidos com a farinha da cultivar IAC 5, em todas as proporções produzidas com a farinha de tritcale da cultivar IAC 5 foram iguais estatisticamente, ao nível de 5%, retratando um ótimo desempenho desta farinha aplicada à tecnologia de fabricação de bolos industriais, pois o volume específico é um parâmetro de qualidade importante para este produto.

Os resultados apresentados pelos bolos produzidos com a farinha de tritcale da cultivar EMBRAPA 53, assim como os obtidos para os pães de forma, foram os melhores e não apresentaram diferença significativa, ao nível de 5% de significância, mostrando o melhor desempenho obtido com a farinha de tritcale da cultivar EMBRAPA 53 e IAC 5.

### **5.6.2 – Teor de umidade dos bolos industriais**

Na Tabela 32, são apresentados os resultados dos teores de umidade dos bolos produzidos para o presente estudo, acompanhados durante o período de 30 dias de sua estocagem.

**Tabela 32.** Umidade dos bolos tipo inglês analisados durante 30 dias

<b>CULTIVAR IAPAR – IPR 111</b>				
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%TRIGO</b>	36,05 ± 2,16 <sup>a</sup>	32,69 ± 0,98 <sup>a</sup>	30,16 ± 0,31 <sup>c</sup>	30,71 ± 0,36 <sup>a</sup>
<b>30% IPR 111</b>	35,79 ± 2,26 <sup>a</sup>	32,45 ± 2,05 <sup>a</sup>	32,49 ± 0,59 <sup>a</sup>	31,09 ± 0,12 <sup>a</sup>
<b>50% IPR 111</b>	36,02 ± 1,19 <sup>a</sup>	34,59 ± 0,54 <sup>a</sup>	31,69 ± 0,42 <sup>a,b</sup>	30,41 ± 0,08 <sup>a</sup>
<b>70% IPR 111</b>	36,55 ± 0,77 <sup>a</sup>	34,04 ± 1,39 <sup>a</sup>	30,99 ± 0,52 <sup>b,c</sup>	31,33 ± 1,31 <sup>a</sup>
<b>100%IPR 111</b>	36,81 ± 1,30 <sup>a</sup>	34,96 ± 0,40 <sup>a</sup>	32,21 ± 0,55 <sup>a,b</sup>	31,70 ± 0,11 <sup>a</sup>
<b>CULTIVAR IAC 5</b>				
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%TRIGO</b>	36,05 ± 2,16 <sup>a</sup>	32,69 ± 0,98 <sup>a</sup>	30,16 ± 0,31 <sup>c</sup>	30,71 ± 0,36 <sup>a</sup>
<b>30% IAC 5</b>	36,75 ± 2,00 <sup>a</sup>	31,74 ± 0,26 <sup>a</sup>	34,17 ± 0,92 <sup>a</sup>	30,52 ± 0,27 <sup>a</sup>
<b>50% IAC 5</b>	33,85 ± 2,70 <sup>a</sup>	31,48 ± 0,59 <sup>a</sup>	31,92 ± 0,51 <sup>b</sup>	30,98 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>70% IAC 5</b>	38,96 ± 0,96 <sup>a</sup>	31,61 ± 1,02 <sup>a</sup>	31,97 ± 0,67 <sup>b</sup>	29,89 ± 0,10 <sup>b</sup>
<b>100% IAC 5</b>	37,79 ± 1,30 <sup>a</sup>	31,54 ± 0,58 <sup>a</sup>	33,04 ± 0,21 <sup>a,b</sup>	30,76 ± 0,21 <sup>a</sup>
<b>CULTIVAR EMBRAPA 53</b>				
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%TRIGO</b>	36,05 ± 2,16 <sup>b</sup>	32,69 ± 0,98 <sup>b</sup>	30,16 ± 0,31 <sup>c</sup>	30,71 ± 0,36 <sup>b</sup>
<b>30%EMB 53</b>	39,84 ± 0,43 <sup>a</sup>	35,03 ± 0,76 <sup>a</sup>	32,35 ± 0,22 <sup>a,b</sup>	30,78 ± 0,27 <sup>b</sup>
<b>50%EMB 53</b>	39,69 ± 0,12 <sup>a</sup>	35,34 ± 1,23 <sup>a</sup>	32,92 ± 0,57 <sup>a</sup>	30,54 ± 0,74 <sup>b</sup>
<b>70%EMB 53</b>	37,44 ± 1,58 <sup>a,b</sup>	32,01 ± 0,72 <sup>b</sup>	31,93 ± 0,07 <sup>b</sup>	31,39 ± 0,10 <sup>a,b</sup>
<b>100%EMB 53</b>	40,73 ± 0,68 <sup>a</sup>	36,59 ± 1,16 <sup>a</sup>	31,86 ± 0,39 <sup>a</sup>	32,45 ± 0,37 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Os teores de umidade apresentados pelos bolos produzidos com a farinha de tritcale da cultivar IPR 111 alcançaram um desempenho similar ou melhor ao apresentado pelo bolo produzido com farinha pura de trigo. Isto porque em valores absolutos, houve uma tendência de manter a umidade nos produtos com maiores proporções de farinha de tritcale desta cultivar. Estatisticamente, no 21º dia apenas a amostra com 70% não apresentou diferença significativa, ao nível de 5% de significância, e no 30º de armazenamento, apesar de maiores valores absolutos, não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância entre as amostras.

Os bolos produzidos com a farinha de tritcale da cultivar IAC 5 mostraram um comportamento bastante parecido com os bolos produzidos com a farinha de tritcale da cultivar IPR 111, para os quais na maioria dos ensaios os resultados

foram iguais estatisticamente, ao nível de 5% de significância, aos bolos produzidos com a farinha de trigo pura, mostrando que a farinha de triticales está apta para ser aplicada em bolos industriais, sem que sejam necessárias grandes modificações de formulações e de processamento.

O teor de umidade dos bolos produzidos com a farinha obtida da cultivar EMBRAPA 53 também se comportou de modo similar às demais cultivares de triticales, para os quais na maioria dos ensaios, os valores absolutos de umidade foram superiores aos obtidos pelos bolos industriais produzidos com farinha pura de trigo.

### 5.6.3 – Colorimetria dos bolos industriais

Nas Tabelas 33 à 35, são apresentados os resultados dos parâmetros L\* (luminosidade) e dos parâmetros de cromaticidade a\* e b\* de colorimetria dos bolos produzidos e que foram acompanhados durante o período de 30 dias.

**Tabela 33.** Colorimetria dos bolos industriais analisados, parâmetro L\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento

BOLOS	LUMINOSIDADE L*			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%FARINHA DE TRIGO</b>	75,26 ± 2,41 <sup>a</sup>	74,25 ± 0,35 <sup>b</sup>	73,10 ± 0,64 <sup>a</sup>	73,27 ± 2,89 <sup>b,c</sup>
<b>30%IAPAR - IPR 111</b>	75,34 ± 2,58 <sup>a</sup>	72,16 ± 0,93 <sup>b,c,d,e</sup>	70,02 ± 0,29 <sup>b,c,d,e</sup>	72,73 ± 0,35 <sup>b,c,d</sup>
<b>50%IAPAR - IPR 111</b>	70,38 ± 0,95 <sup>d</sup>	71,90 ± 0,72 <sup>b,c,d,e,f</sup>	69,92 ± 0,54 <sup>d,e,f,g</sup>	72,00 ± 0,50 <sup>c,d,e</sup>
<b>70%IAPAR - IPR 111</b>	70,03 ± 1,66 <sup>d</sup>	70,59 ± 5,78 <sup>c,d,e,f</sup>	70,02 ± 0,29 <sup>b,c,d,e</sup>	71,30 ± 0,36 <sup>e</sup>
<b>100%IAPAR - IPR 111</b>	69,81 ± 0,77 <sup>d,e</sup>	70,60 ± 0,16 <sup>c,d,e,f</sup>	69,53 ± 0,73 <sup>e,f,g</sup>	69,08 ± 0,40 <sup>f</sup>
<b>30%IAC - IAC 5</b>	73,04 ± 0,47 <sup>b</sup>	73,39 ± 2,59 <sup>a,b,c</sup>	71,95 ± 3,12 <sup>a,b</sup>	73,26 ± 0,46 <sup>b,c</sup>
<b>50%IAC - IAC 5</b>	72,78 ± 0,70 <sup>b</sup>	70,61 ± 1,29 <sup>c,d,e,f</sup>	71,40 ± 0,81 <sup>b,c,d</sup>	71,23 ± 0,78 <sup>e</sup>
<b>70%IAC - IAC 5</b>	72,34 ± 0,48 <sup>b,c</sup>	70,27 ± 1,22 <sup>d,e,f</sup>	71,67 ± 0,20 <sup>a,b,c</sup>	71,10 ± 0,53 <sup>e</sup>
<b>100%IAC - IAC 5</b>	70,66 ± 0,12 <sup>c,d</sup>	69,45 ± 0,78 <sup>e,f</sup>	70,06 ± 0,15 <sup>b,c,d,e</sup>	68,71 ± 0,56 <sup>f</sup>
<b>30%EMBRAPA - EMB 53</b>	73,33 ± 0,45 <sup>b</sup>	76,35 ± 0,90 <sup>a</sup>	71,14 ± 1,53 <sup>b,c,d,e</sup>	76,14 ± 0,37 <sup>a</sup>
<b>50%EMBRAPA - EMB 53</b>	72,42 ± 0,39 <sup>b,c</sup>	72,79 ± 0,24 <sup>b,c,d</sup>	70,03 ± 0,19 <sup>b,c,d,e</sup>	75,71 ± 0,38 <sup>a</sup>
<b>70%EMBRAPA - EMB 53</b>	69,33 ± 0,97 <sup>d,e</sup>	70,72 ± 1,94 <sup>c,d,e,f</sup>	68,99 ± 1,02 <sup>f,g</sup>	73,65 ± 0,46 <sup>b</sup>
<b>100%EMBRAPA - EMB 53</b>	67,96 ± 0,59 <sup>e</sup>	69,09 ± 1,30 <sup>f</sup>	68,29 ± 0,60 <sup>g</sup>	71,60 ± 0,64 <sup>d,e</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Pelos resultados da luminosidade do miolo dos bolos, observa-se que este parâmetro foi influenciado pela incorporação de farinha de tritcale, para as três cultivares estudadas, ou seja, quanto maior o grau de incorporação desta farinha, maior foi a diminuição da luminosidade gerada pela incidência da luz no miolo das amostras. Este fato explica-se pelo fato da maioria das proporções estudadas para as três cultivares apresentarem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), em relação ao bolo produzido com farinha de trigo pura.

No primeiro dia de análise do acompanhamento, apenas a proporção de 30% da cultivar IPR 111 não apresentou diferença significativa da luminosidade, ao nível de 5% de significância, em relação ao bolo produzido com farinha de trigo. Nos 12° e 30° dias de armazenamento, a proporção de até 50% para a cultivar IPR 111 e a proporção de 30% para cultivar IAC 5, mantiveram um comportamento semelhante ao bolo produzido com farinha de trigo pura e não diferiram significativamente para  $p < 0,05$ . Os bolos produzidos com a cultivar EMBRAPA 53, até a proporção de 50% apresentaram-se mais claros que os bolos produzidos com farinha de trigo pura e diferentes significativamente, ao nível de 5 de significância.

A diminuição deste parâmetro aconteceu com o decorrer do tempo de armazenamento, onde as amostras também mantiveram o comportamento inicial de menores valores de luminosidade para maiores proporções de farinha de tritcale.

**Tabela 34.** Colorimetria dos bolos industriais analisados, parâmetro a\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento

BOLOS	CROMATICIDADE a*			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%FARINHA DE TRIGO</b>	0,88 ± 0,49 <sup>f</sup>	1,21 ± 0,18 <sup>d</sup>	1,84 ± 0,09 <sup>e,f</sup>	1,75 ± 0,09 <sup>c</sup>
<b>30% IAPAR - IPR 111</b>	2,47 ± 0,09 <sup>b,c</sup>	1,99 ± 0,50 <sup>c</sup>	2,41 ± 0,02 <sup>c,d</sup>	2,12 ± 0,02 <sup>b</sup>
<b>50%IAPAR - IPR 111</b>	2,43 ± 0,11 <sup>c</sup>	1,16 ± 0,36 <sup>d</sup>	2,53 ± 0,00 <sup>b,c,d</sup>	1,94 ± 0,18 <sup>b,c</sup>
<b>70%IAPAR - IPR 111</b>	2,04 ± 0,60 <sup>c,d</sup>	3,29 ± 0,19 <sup>a</sup>	2,41 ± 0,02 <sup>c,d</sup>	1,20 ± 0,06 <sup>e</sup>
<b>100%IAPAR - IPR 111</b>	1,86 ± 0,38 <sup>d,e</sup>	2,72 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,72 ± 0,60 <sup>a,b,c</sup>	2,37 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>30%IAC - IAC 5</b>	1,53 ± 0,26 <sup>e</sup>	2,70 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,73 ± 0,38 <sup>f</sup>	1,36 ± 0,10 <sup>d,e</sup>
<b>50%IAC - IAC 5</b>	1,67 ± 0,31 <sup>d,e</sup>	1,30 ± 0,39 <sup>d</sup>	2,20 ± 0,47 <sup>d,e</sup>	2,06 ± 0,08 <sup>b</sup>
<b>70%IAC - IAC 5</b>	1,59 ± 0,27 <sup>d,e</sup>	2,81 ± 0,40 <sup>a,b</sup>	2,12 ± 0,02 <sup>d,e,f</sup>	1,96 ± 0,43 <sup>b,c</sup>
<b>100%IAC - IAC 5</b>	3,21 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,64 ± 0,47 <sup>b</sup>	2,09 ± 0,02 <sup>d,e,f</sup>	2,10 ± 0,08 <sup>b</sup>
<b>30%EMBRAPA - EMB 53</b>	1,70 ± 0,64 <sup>d,e</sup>	1,11 ± 0,19 <sup>d</sup>	2,36 ± 0,44 <sup>c,d</sup>	0,61 ± 0,09 <sup>f</sup>
<b>50%EMBRAPA - EMB 53</b>	2,34 ± 0,02 <sup>c</sup>	2,69 ± 0,02 <sup>b</sup>	2,79 ± 0,03 <sup>a,b,c</sup>	0,94 ± 0,11 <sup>g</sup>
<b>70%EMBRAPA - EMB 53</b>	2,94 ± 0,36 <sup>a,b</sup>	3,32 ± 0,56 <sup>a</sup>	2,95 ± 0,32 <sup>a,b</sup>	1,45 ± 0,08 <sup>d</sup>
<b>100%EMBRAPA - EMB 53</b>	3,21 ± 0,40 <sup>a</sup>	2,71 ± 0,43 <sup>b</sup>	3,15 ± 0,39 <sup>a</sup>	1,91 ± 0,08 <sup>b,c</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Os resultados da Tabela 34 para o parâmetro de cromaticidade a\*, que compreende a variação das cores verde e vermelha, não seguiu um comportamento que permitisse uma análise conclusiva, pois aconteceram muitas oscilações para a mesma amostra com o decorrer do tempo de armazenamento. O aumento da incorporação de farinha de tritcale, para todas as cultivares estudadas, também não proporcionou resultados com tendência lógica e com resultados estatísticos inconclusivos para a significância adotada de 5%.

**Tabela 35.** Colorimetria dos bolos industriais analisados, parâmetro b\* medido ao longo dos 30 dias de armazenamento

BOLOS	CROMATICIDADE b*			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%FARINHA DE TRIGO</b>	27,16 ± 1,70 <sup>d,e,f</sup>	27,25 ± 0,34 <sup>e,f,g</sup>	18,90 ± 0,39 <sup>h</sup>	27,54 ± 1,04 <sup>c</sup>
<b>30%IAPAR - IPR 111</b>	31,55 ± 1,12 <sup>a</sup>	26,83 ± 0,64 <sup>g,h</sup>	29,98 ± 0,12 <sup>a</sup>	30,01 ± 0,15 <sup>a</sup>
<b>50%IAPAR - IPR 111</b>	28,10 ± 0,41 <sup>b,c</sup>	28,24 ± 0,51 <sup>b,c,d</sup>	28,61 ± 0,40 <sup>c,d</sup>	28,19 ± 0,19 <sup>b,c</sup>
<b>70%IAPAR - IPR 111</b>	28,11 ± 1,01 <sup>b,c</sup>	29,86 ± 1,23 <sup>a</sup>	29,98 ± 0,12 <sup>a</sup>	19,49 ± 0,20 <sup>d</sup>
<b>100%IAPAR - IPR 111</b>	24,89 ± 1,53 <sup>f</sup>	30,26 ± 0,06 <sup>a</sup>	27,88 ± 0,65 <sup>d,e,f</sup>	29,44 ± 0,08 <sup>a,b</sup>
<b>30%IAC - IAC 5</b>	27,40 ± 0,77 <sup>b,c,d,e</sup>	28,54 ± 0,94 <sup>b,c</sup>	28,86 ± 1,51 <sup>b,c</sup>	18,07 ± 0,45 <sup>e</sup>
<b>50%IAC - IAC 5</b>	27,68 ± 0,47 <sup>b,c,d</sup>	28,89 ± 0,24 <sup>b</sup>	28,13 ± 0,49 <sup>c,d,e</sup>	18,14 ± 0,34 <sup>d,e</sup>
<b>70%IAC - IAC 5</b>	25,73 ± 1,29 <sup>e,f</sup>	27,57 ± 0,70 <sup>d,e,f,g</sup>	29,54 ± 0,10 <sup>a,b</sup>	26,86 ± 0,96 <sup>c</sup>
<b>100%IAC - IAC 5</b>	28,69 ± 0,05 <sup>b</sup>	28,16 ± 0,51 <sup>b,c,d,e</sup>	27,59 ± 0,06 <sup>e,f</sup>	17,63 ± 2,97 <sup>e,f</sup>
<b>30%EMBRAPA - EMB 53</b>	27,01 ± 0,30 <sup>b,c,d,e</sup>	27,12 ± 0,40 <sup>f,g</sup>	27,52 ± 0,33 <sup>e,f</sup>	17,12 ± 0,16 <sup>e,f</sup>
<b>50%EMBRAPA - EMB 53</b>	25,52 ± 0,10 <sup>e,f</sup>	26,10 ± 0,05 <sup>h,i</sup>	27,58 ± 0,09 <sup>e,f</sup>	17,21 ± 0,13 <sup>e,f</sup>
<b>70%EMBRAPA - EMB 53</b>	26,50 ± 0,12 <sup>d,e,f</sup>	27,90 ± 0,85 <sup>c,d,e,f</sup>	27,27 ± 0,74 <sup>f</sup>	17,65 ± 0,19 <sup>e,f</sup>
<b>100%EMBRAPA - EMB 53</b>	26,50 ± 0,61 <sup>c,d,e,f</sup>	25,67 ± 0,26 <sup>i</sup>	25,90 ± 0,29 <sup>g</sup>	16,53 ± 0,25 <sup>f</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Os resultados da Tabela 35 para o parâmetro de cromaticidade b\*, que compreende a variação das cores azul e amarela, assim como o parâmetro a\*, também não seguiu um comportamento que permitisse uma análise conclusiva, pois aconteceram muitas oscilações para a mesma amostra com o decorrer do tempo de armazenamento. A incorporação de farinha de triticales, para todas as cultivares estudadas, também não proporcionou uma lógica dos resultados, verificada através da análise das médias para p<0,05. Apenas sugere que existe uma clara tendência de coloração mais amarelada dos bolos produzidos, exceto para os bolos IAC 5 e EMBRAPA 53 em todas as proporções, porém em decorrência da utilização de outros ingredientes que possuem esta característica, como açúcar, ovos e leite.

### 5.6.4 – Atividade de água dos bolos industriais

Na Tabela 36, são apresentados os resultados de atividade de água ( $A_w$ ) dos bolos industriais produzidos neste estudo e que foram acompanhados durante o período de 30 dias.

**Tabela 36.** Atividade de água dos bolos industriais analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento

BOLO	ATIVIDADE DE ÁGUA ( $A_w$ )			
	DIA 1	DIA 12	DIA 21	DIA 30
<b>100%FARINHA DE TRIGO</b>	0,909 ± 0,011 <sup>b,c,d,e</sup>	0,936 ± 0,013 <sup>a</sup>	0,933 ± 0,016 <sup>a</sup>	0,924 ± 0,019 <sup>a</sup>
<b>30% IAPAR - IPR 111</b>	0,923 ± 0,007 <sup>a,b</sup>	0,907 ± 0,013 <sup>b,c</sup>	0,908 ± 0,002 <sup>e,f</sup>	0,918 ± 0,006 <sup>a,b</sup>
<b>50%IAPAR - IPR 111</b>	0,920 ± 0,005 <sup>a,b</sup>	0,913 ± 0,014 <sup>b</sup>	0,911 ± 0,005 <sup>d,e</sup>	0,898 ± 0,003 <sup>e</sup>
<b>70%IAPAR - IPR 111</b>	0,917 ± 0,011 <sup>a,b,c</sup>	0,908 ± 0,019 <sup>b,c</sup>	0,922 ± 0,003 <sup>b,c</sup>	0,907 ± 0,004 <sup>d</sup>
<b>100%IAPAR - IPR 111</b>	0,915 ± 0,004 <sup>c</sup>	0,899 ± 0,016 <sup>c,d</sup>	0,907 ± 0,004 <sup>e,f</sup>	0,923 ± 0,010 <sup>a</sup>
<b>30%IAC - IAC 5</b>	0,928 ± 0,001 <sup>a</sup>	0,887 ± 0,003 <sup>f</sup>	0,916 ± 0,001 <sup>c,d</sup>	0,897 ± 0,001 <sup>e</sup>
<b>50%IAC - IAC 5</b>	0,916 ± 0,020 <sup>a,b,c</sup>	0,919 ± 0,022 <sup>a,b</sup>	0,933 ± 0,009 <sup>a</sup>	0,922 ± 0,018 <sup>a</sup>
<b>70%IAC - IAC 5</b>	0,912 ± 0,002 <sup>d</sup>	0,887 ± 0,001 <sup>f</sup>	0,917 ± 0,003 <sup>c</sup>	0,896 ± 0,002 <sup>e</sup>
<b>100%IAC - IAC 5</b>	0,915 ± 0,009 <sup>b,c</sup>	0,913 ± 0,029 <sup>a,b</sup>	0,925 ± 0,010 <sup>a,b</sup>	0,918 ± 0,016 <sup>a,b</sup>
<b>30%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,909 ± 0,011 <sup>b,c,d,e</sup>	0,893 ± 0,015 <sup>d,e</sup>	0,913 ± 0,006 <sup>c,d,e</sup>	0,928 ± 0,009 <sup>a</sup>
<b>50%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,903 ± 0,003 <sup>e</sup>	0,897 ± 0,014 <sup>d</sup>	0,904 ± 0,007 <sup>e,f</sup>	0,914 ± 0,011 <sup>a,b,c</sup>
<b>70%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,905 ± 0,028 <sup>b,c,d,e</sup>	0,916 ± 0,009 <sup>a,b</sup>	0,928 ± 0,012 <sup>a,b</sup>	0,929 ± 0,013 <sup>a</sup>
<b>100%EMBRAPA - EMB 53</b>	0,917 ± 0,009 <sup>b,c</sup>	0,918 ± 0,003 <sup>a,b</sup>	0,916 ± 0,004 <sup>c,d</sup>	0,908 ± 0,003 <sup>d</sup>

Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de nove determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão

O bolo tipo inglês, assim como o pão de forma, é um produto de alta atividade de água, ou seja, possui muita água livre disponível para crescimento microbiano e para as reações químicas de deterioração do produto.

Os resultados não retratam um perfil de crescimento ou decréscimo dos valores de atividade de água, de acordo com aumento da incorporação de farinha de triticales, para qualquer uma das três cultivares estudadas, assim como não retratam nenhum perfil de ganho ou perda deste atributo com relação ao tempo de estocagem.

A Tabela 36 comprova esse fato e todas as amostras se mostraram críticas quanto aos resultados obtidos com diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os bolos analisados, porém a grandeza dos valores apresentados acaba colocando

todos os bolos dentro de uma faixa crítica de estabilidade, pois apresentaram valores de  $A_w$  superiores a 0,887. Estes valores estão de acordo com os obtidos por Osawa *et al.* (2009), que também encontraram valores superiores à 0,800 para os bolos produzidos em seus estudos.

### 5.6.5 – Textura instrumental dos bolos industriais

Na Tabela 37, são apresentados os resultados de textura instrumental, ou seja, firmeza dos bolos produzidos neste estudo e que foram acompanhados durante o período de 30 dias.

**Tabela 37.** Textura instrumental dos bolos industriais analisados, medida ao longo dos 30 dias de armazenamento

BOLOS	TEXTURA INSTRUMENTAL– Firmeza (gf)				
	DIA 1	DIA 7	DIA 12	DIA 21	DIA 30
100% TRIGO	388,60 ± 24,38 <sup>c</sup>	488,01 ± 49,07 <sup>c</sup>	619,92 ± 36,79 <sup>b</sup>	630,92 ± 48,27 <sup>c</sup>	754,33 ± 24,35 <sup>b</sup>
30% IPR 111	396,74 ± 15,63 <sup>c</sup>	427,30 ± 22,96 <sup>d</sup>	467,44 ± 40,80 <sup>c</sup>	518,47 ± 27,04 <sup>d</sup>	646,20 ± 54,25 <sup>c</sup>
50% IPR 111	415,82 ± 19,46 <sup>c</sup>	589,68 ± 35,55 <sup>b</sup>	622,25 ± 59,26 <sup>b</sup>	644,27 ± 50,47 <sup>c</sup>	810,18 ± 55,45 <sup>b</sup>
70% IPR 111	487,91 ± 26,29 <sup>b</sup>	612,81 ± 64,23 <sup>b</sup>	660,29 ± 67,01 <sup>b</sup>	739,48 ± 79,64 <sup>b</sup>	796,49 ± 75,44 <sup>b</sup>
100% IPR 111	589,62 ± 45,74 <sup>a</sup>	721,59 ± 40,82 <sup>a</sup>	882,38 ± 88,93 <sup>a</sup>	837,81 ± 75,99 <sup>a</sup>	941,55 ± 50,77 <sup>a</sup>
100% TRIGO	388,60 ± 24,38 <sup>d</sup>	488,01 ± 49,07 <sup>b</sup>	619,92 ± 36,79 <sup>c</sup>	630,92 ± 48,27 <sup>d</sup>	754,33 ± 24,35 <sup>c</sup>
30% IAC 5	443,38 ± 28,09 <sup>b,c</sup>	668,88 ± 17,21 <sup>a</sup>	679,90 ± 39,85 <sup>b</sup>	806,87 ± 58,42 <sup>c</sup>	1025,00 ± 75,46 <sup>b</sup>
50% IAC 5	454,20 ± 24,71 <sup>a,b</sup>	471,53 ± 33,62 <sup>b</sup>	585,05 ± 59,11 <sup>c</sup>	979,27 ± 47,93 <sup>b</sup>	971,24 ± 54,99 <sup>b</sup>
70% IAC 5	410,97 ± 34,14 <sup>c,d</sup>	654,68 ± 27,72 <sup>a</sup>	710,06 ± 56,17 <sup>b</sup>	970,05 ± 60,92 <sup>b</sup>	1011,41 ± 96,03 <sup>b</sup>
100% IAC 5	487,14 ± 38,65 <sup>a</sup>	683,23 ± 27,23 <sup>a</sup>	813,60 ± 37,09 <sup>a</sup>	1056,81 ± 61,40 <sup>a</sup>	1161,98 ± 65,16 <sup>a</sup>
100% TRIGO	388,60 ± 24,38 <sup>b</sup>	488,01 ± 49,07 <sup>b</sup>	619,92 ± 36,79 <sup>b</sup>	630,92 ± 48,27 <sup>c</sup>	754,33 ± 24,35 <sup>c</sup>
30% EMBRAPA 53	430,00 ± 41,03 <sup>b</sup>	537,33 ± 52,42 <sup>b</sup>	565,51 ± 55,95 <sup>c</sup>	698,15 ± 60,08 <sup>b,c</sup>	837,56 ± 83,10 <sup>b</sup>
50% EMBRAPA 53	488,70 ± 40,28 <sup>a</sup>	662,27 ± 31,67 <sup>a</sup>	696,20 ± 41,42 <sup>a</sup>	739,21 ± 45,46 <sup>a,b</sup>	868,25 ± 41,62 <sup>b</sup>
70% EMBRAPA 53	409,97 ± 39,33 <sup>b</sup>	648,12 ± 46,14 <sup>a</sup>	701,10 ± 38,25 <sup>a</sup>	743,32 ± 59,66 <sup>a,b</sup>	871,80 ± 34,47 <sup>b</sup>
100% EMBRAPA 53	492,62 ± 47,21 <sup>a</sup>	653,10 ± 53,74 <sup>a</sup>	696,59 ± 21,44 <sup>a</sup>	789,00 ± 56,83 <sup>a</sup>	989,47 ± 80,78 <sup>a</sup>

Para cada cultivar, médias seguidas da mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Análise realizada em triplicata, onde cada replicata foi calculada como média de dez determinações. Resultados apresentados como média ± desvio padrão.

Os bolos tipo inglês produzidos com as misturas de farinha de trigo e triticales (até 50%) para a cultivar IPR 111 obtiveram desempenho similar ao bolo produzido com farinha pura de trigo, não havendo diferença significativa, ao nível de 5% de significância nos dias 1, 12, 21 e 30 dias de estocagem. A proporção de 70% de farinha de triticales também apresentou resultado interessante, pois nos dias 12 e ao final do acompanhamento apresentou firmeza igual estatisticamente, para a mesma significância. Apenas os bolos produzidos com a farinha pura desta cultivar, desde o início do acompanhamento, mostrou um comportamento diferente das demais proporções, apresentando textura bastante firme.

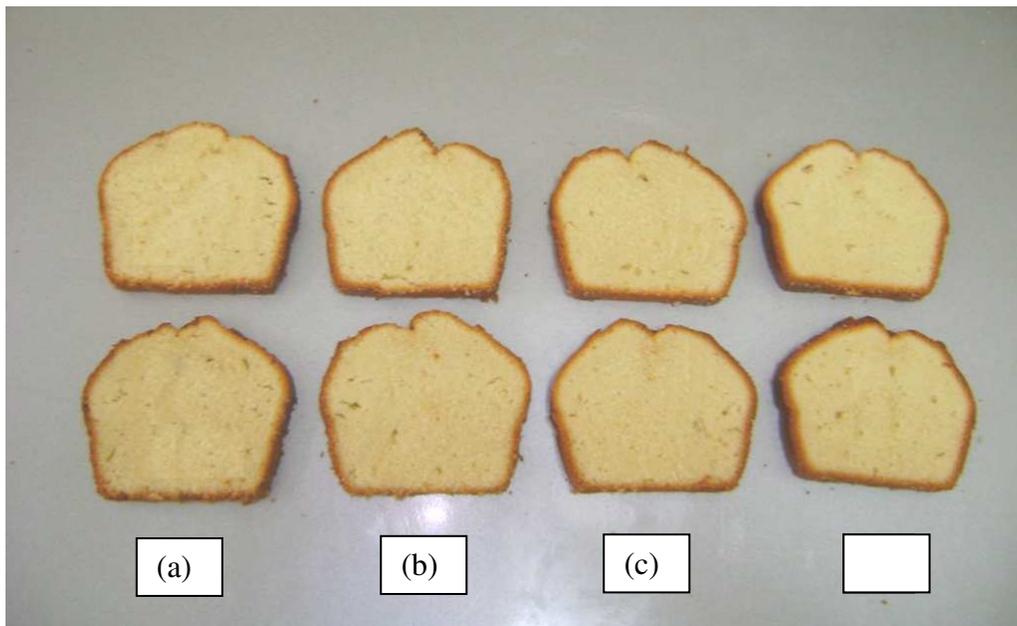
Para a maioria dos bolos produzidos com a mistura de farinha de trigo e triticales da cultivar IAC 5, os resultados da textura instrumental, parâmetro firmeza, obtiveram resultados bem mais firmes e diferentes estatisticamente, ao nível de 5% de significância, mostrando um desempenho insatisfatório dos produtos fabricados com a farinha de triticales desta cultivar ao longo do período de 30 dias. A exceção para esta cultivar foi o bolo produzido com a proporção de 50% de farinha de triticales, que até o 12º apresentou-se mais macio que o bolo produzido com farinha de trigo e não diferiu significativamente, ao nível de 5% de significância.

Diferentemente dos resultados obtidos para o pão de forma, apenas a proporção de 30% da farinha de triticales da cultivar EMBRAPA 53 foi a que apresentou resultados iguais, ao nível de significância de 5%, aos obtidos para os bolos produzidos com a farinha pura de trigo, porém somente até o 21º dia do acompanhamento.

Pelos motivos expostos acima e apresentados na Tabela 37, pode-se constatar que a cultivar IPR 111, com incorporação de até 70%, permitiu a produção de bolos tipo inglês com os melhores resultados para este importante atributo de qualidade de produtos de panificação, principalmente em bolos, quando comparados com os bolos produzidos com as farinhas de triticales das cultivares IAC 5 e EMBRAPA 53.

### 5.6.6 – Análise sensorial dos bolos industriais

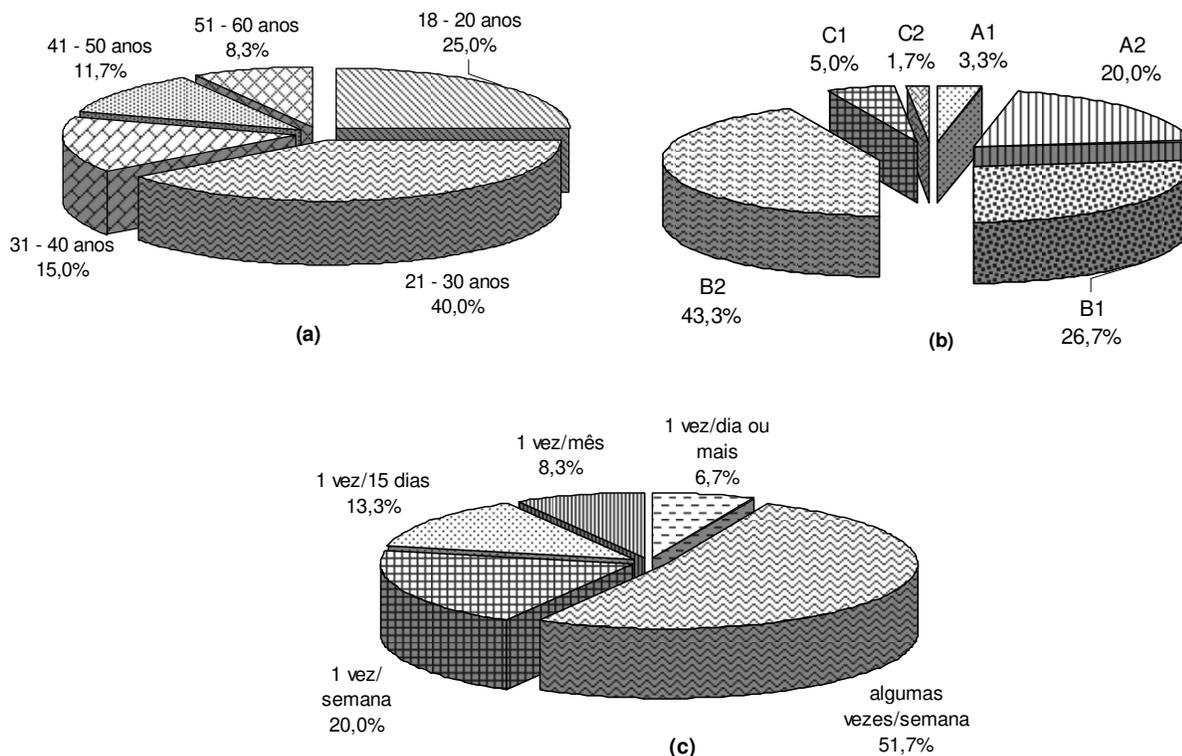
Após a realização do acompanhamento da vida-de-prateleira dos bolos ao longo dos 30 dias, as análises realizadas permitiram escolher os produtos obtidos com a farinha de tritcale da cultivar IAPAR – IPR 111, em até 70% de incorporação de sua farinha no produto, para a condução da análise sensorial, pelo teste de aceitação, comparando-as sempre com um bolo produzido com farinha de trigo pura.



**Figura 11.** Bolos industriais produzidos com farinha de tritcale da cultivar IPR 111. (a) 100% trigo; (b) 30% IPR 111; (c) 50% IPR 111; (d) 70% IPR 111

#### 5.6.6.1 Caracterização do grupo de consumidores recrutado para os testes

Dos 60 consumidores recrutados, havia 47 mulheres e 13 homens. As características do grupo quanto à faixa etária, classe social e frequência de consumo de bolos são apresentadas na Figura 12.



**Figura 12.** Faixa etária (a), classe social (b) e freqüência de consumo de bolos (c) citados pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras

O grupo de provadores era composto, na sua maioria, por pessoas nas faixas etárias de 18 à 20 e de 21 à 30 anos, que juntos somavam 65,0% do total de avaliadores e que do total de provadores, aproximadamente 52% consomem o produto algumas vezes por semana, mostrando a grande aceitação que o produto possui entre os consumidores.

#### 5.6.6.2 Teste de aceitabilidade e intenção de compra

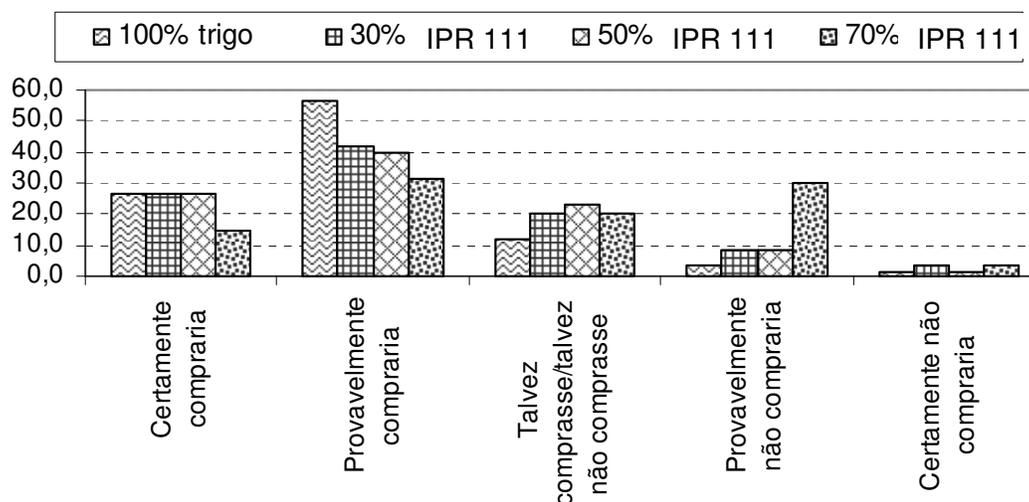
Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade e intenção de compra são apresentados na Tabela 38. Na Figura 13, é mostrada a distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos para a intenção de compra das amostras de bolo. Na Tabela 39, são apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição, associadas às amostras por meio das escalas hedônicas utilizadas, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6 (acima do ponto médio), 5 (ponto médio) e de 4 a 1 (abaixo do ponto médio),

respectivamente, atribuídos pelos consumidores consultados, bem como as porcentagens de intenção positiva de compra (valores 5 e 4 da escala), incerteza (valor 3) e intenção negativa de compra (valores 2 e 1 da escala). Os gostos e desgostos descritos pelos consumidores são apresentados nas Tabelas 40 e 41.

**Tabela 38.** Resultados obtidos no teste para avaliação da aceitabilidade e intenção de compra das amostras de bolo industrial

Aceitabilidade	Amostra				D.M.S.
	100% trigo	30% IPR 111	50% IPR 111	70% IPR 111	
Aparência	7,4 ± 0,8 <sup>a</sup>	7,3 ± 1,0 <sup>ab</sup>	7,1 ± 1,1 <sup>ab</sup>	7,0 ± 1,2 <sup>b</sup>	0,34
Aroma	7,3 ± 1,0 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,9 <sup>a</sup>	7,3 ± 1,0 <sup>a</sup>	6,9 ± 1,2 <sup>b</sup>	0,38
Sabor	7,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	6,9 ± 1,3 <sup>a</sup>	7,0 ± 1,2 <sup>a</sup>	6,2 ± 1,6 <sup>b</sup>	0,55
Textura	7,4 ± 1,0 <sup>a</sup>	7,1 ± 1,3 <sup>ab</sup>	7,1 ± 1,1 <sup>ab</sup>	6,7 ± 1,2 <sup>b</sup>	0,44
Maciez	7,4 ± 1,0 <sup>a</sup>	7,2 ± 1,3 <sup>a</sup>	7,3 ± 1,2 <sup>a</sup>	6,8 ± 1,1 <sup>b</sup>	0,40
Produto de modo global	7,2 ± 1,1 <sup>a</sup>	7,0 ± 1,3 <sup>ab</sup>	7,1 ± 1,1 <sup>a</sup>	6,5 ± 1,3 <sup>b</sup>	0,48
Intenção de compra	4,0 ± 0,8 <sup>a</sup>	3,8 ± 1,0 <sup>a</sup>	3,8 ± 1,0 <sup>a</sup>	3,2 ± 1,1 <sup>b</sup>	0,39

Resultados expressos como média ± desvio-padrão. D.M.S.: diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% pelo Teste de Tukey. Em cada linha, valores seguidos de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de erro de 5%. O parâmetro intenção de compra varia de 1 à 5 e os demais parâmetros variam de 1 à 9.



**Figura 13.** Distribuição em freqüência dos valores da escala atribuídos para a intenção de compra das amostras de bolo industrial

Na avaliação da aceitabilidade da **aparência**, a amostra 100% trigo, com média situada entre “gostei muito” e “gostei”, diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) da amostra 70% IPR 111, que apresentou média correspondente a “gostei” na escala empregada. As amostras 30% IPR 111 e 50% IPR 111, apresentaram médias intermediárias e não diferiram nem do bolo 100% trigo e nem do 70% IPR 111.

Quanto ao **aroma** e ao **sabor**, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras 100% trigo, 30% IPR 111 e 50% IPR 111, que apresentaram médias próximas de “gostei” na escala empregada. A amostra 70% IPR 111 foi a menos aceita, tendo diferido de todas as demais em relação a estes atributos.

Em relação à **textura**, a amostra 100% trigo, com média situada entre “gostei muito” e “gostei”, diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) da amostra 70% IPR 111, que apresentou média situada entre “gostei” e “gostei pouco”. As amostras 30% IPR 111 e 50% IPR 111, apresentaram médias intermediárias e não diferiram nem do bolo 100% trigo e nem do 70% IPR 111.

Quanto à **maciez**, não houve diferença significativa entre as amostras 100% trigo, 30% IPR 111 e 50% IPR 111. A amostra 70% IPR 111 foi a menos aceita, tendo diferido significativamente ( $p < 0,05$ ) de todas as demais.

Na avaliação do **produto de modo global**, as amostras 100% trigo e 50% IPR 111 não diferiram entre si, mas diferiram de 70% IPR 111 que, com média situada entre “gostei” e “gostei pouco” foi a menos aceita dentre as amostras avaliadas. O bolo 30% IPR 111, apresentou média intermediária e não diferiu significativamente dos demais.

Quanto à **intenção de compra**, as amostras 100% trigo, 30% IPR 111 e 50% IPR 111 apresentaram médias correspondentes a “provavelmente compraria” e não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si, tendo diferido da amostra 70% IPR 111, com média correspondente a “talvez comprasse, talvez não comprasse”.

**Tabela 39.** Frequências de aceitação, indiferença e rejeição à aparência, aroma, sabor, maciez e produto de modo global e frequências de intenção positiva de compra, incerteza e intenção negativa de compra das amostras de bolo industrial

Aceitabilidade / Intenção de compra		Amostras			
		100% trigo	30% IPR 111	50% IPR 111	70% IPR 111
Aparência	Aceitação (%)	98,3	95,0	91,7	91,7
	Indiferença (%)	0,0	1,7	3,3	5,0
	Rejeição (%)	1,7	3,3	5,0	3,3
Aroma	Aceitação (%)	96,7	98,3	96,7	90,0
	Indiferença (%)	3,3	1,7	1,7	1,7
	Rejeição (%)	0,0	0,0	1,7	8,4
Sabor	Aceitação (%)	95,0	88,4	90,0	76,7
	Indiferença (%)	3,3	3,3	6,7	6,7
	Rejeição (%)	1,7	8,3	3,4	16,7
Textura	Aceitação (%)	96,7	91,7	91,7	88,4
	Indiferença (%)	0,0	1,7	5,0	3,3
	Rejeição (%)	3,4	6,7	3,3	8,4
Maciez	Aceitação (%)	96,7	93,4	91,7	90,0
	Indiferença (%)	1,7	3,3	3,3	3,3
	Rejeição (%)	1,7	3,4	5,0	6,7
Produto de modo global	Aceitação (%)	95,0	88,3	93,3	85,0
	Indiferença (%)	0,0	5,0	0,0	3,3
	Rejeição (%)	5,0	6,7	6,7	11,7
Intenção de compra	Positiva (%)	83,4	68,4	66,7	46,7
	Incerteza (%)	11,7	20,0	23,3	20,0
	Negativa (%)	5,0	11,6	10,0	33,3

Todas as amostras apresentaram elevadas frequências de aceitação (superior a 75%) para todos os atributos avaliados. Dentre as amostras com triticales, destacou-se o bolo 50% IPR 111 por ter apresentado, respectivamente, 90% e 93,3% de aceitação em relação ao sabor e ao produto de modo global. Quanto à intenção de compra, a amostra 70% IPR 111 foi a que apresentou a menor frequência de intenção positiva de compra e a maior frequência de intenção negativa de compra (>30%).

**Tabela 40.** Principais gostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de bolo industrial (Números indicam a freqüência com que foram citados)

Gostos	Amostras			
	100% trigo	30% IPR 111	50% IPR 111	70% IPR 111
Aparência	5	7	8	9
Cor	1	3	2	3
<b>Total de menções positivas sobre a aparência</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
<b>Total de menções positivas sobre o aroma</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Total de menções positivas sobre o sabor</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>15</b>
Maciez	17	14	16	19
Textura	17	19	12	13
Umidade da massa	3	-	-	-
<b>Total de menções positivas sobre a textura</b>	<b>37</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>32</b>
<b>Gostou de tudo</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Total de menções positivas</b>	<b>82</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>71</b>
<b>Nada, Não gostou</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

**Tabela 41.** Desgostos descritos pelo grupo de consumidores que avaliou as amostras de bolo industrial (Números indicam a freqüência com que foram citados)

Desgostos	Amostras			
	100% trigo	30% IPR 111	50% IPR 111	70% IPR 111
Aparência	5	5	5	2
Cor, cor escura	1	3	6	3
<b>Total de menções negativas sobre a aparência</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>5</b>
<b>Total de menções negativas sobre o aroma</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
<b>Total de menções negativas sobre o sabor</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>24</b>
Textura	11	13	31	24
Massa gomosa, grudenta, úmida	1	1	1	4
<b>Total de menções negativas sobre a textura</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>28</b>
<b>Total de menções negativas</b>	<b>34</b>	<b>39</b>	<b>51</b>	<b>66</b>

Quanto aos gostos e desgostos descritos pelos consumidores (Tabelas 40 e 41), verifica-se que a amostra 50% IPR 111 destacou-se por apresentar

frequência de menções positivas relativas ao sabor similar à da amostra 100% trigo e frequência de menções negativas inferior àquela, enquanto que a amostra 70% IPR 111 destacou-se negativamente em relação às demais amostras no que diz respeito ao sabor.

## 6 – CONCLUSÕES

- A cultivar EMBRAPA 53 gerou farinha com teor protéico igual ao da farinha de trigo e superior ao gerado pelas duas outras cultivares de triticales estudadas nesse projeto, IPR 111 e IAC 5. A composição em aminoácidos também apresentou-se melhor que as composições das outras duas cultivares, IPR 111 e IAC 5, além de ter sido melhor, inclusive, que a farinha de trigo utilizada nesse estudo;

- A alta atividade da enzima  $\alpha$ -amilase sempre foi motivo de impedimento para o uso industrial em produtos fermentados de panificação para consumo humano da farinha de triticales e um defeito comum nos grãos de triticales, porém este problema é facilmente contornado com a mistura com farinhas que possuam atividades enzimáticas menores. O presente trabalho mostra que isso é possível, pois várias misturas, das cultivares IPR 111 e Embrapa 53 com farinha de trigo apresentaram valores de número de queda superiores a 220 segundos;

- As três cultivares estudadas possuem características inferiores à farinha de trigo em relação as características obtidas nas análises de glúten, farinografias e alveografias. Porém, as cultivares IPR 111 e EMBRAPA 53, de modo geral, foram as que menos modificaram as características da farinha de trigo, quando misturadas;

- A farinha de triticales da cultivar que apresentou os melhores resultados de volume específico para a aplicação em pães de forma foi a EMBRAPA 53, onde em todas as proporções de aplicação, os resultados obtidos foram iguais ou maiores que o resultado para o pão de forma produzido somente com farinha de trigo. Em relação a esse parâmetro as farinhas de triticales para as três cultivares estudadas mostraram ótimos resultados quando aplicadas em bolos industriais, pois o volume específico dos produtos não mostraram diferenças significativas nas proporções de até 70% para a cultivar IPR 111 e para todas as proporções das cultivares IAC 5 e EMBRAPA 53;

- Tanto os teores de umidade, colorimetria e atividade de água não foram influenciados pelo nível de incorporação das farinhas de triticales das três cultivares;
- Os melhores resultados para a textura instrumental dos pães de forma, importante atributo de qualidade de produtos de panificação, foram alcançados quando foram produzidos pela mistura de farinha de trigo e farinha de triticales da cultivar EMBRAPA 53. De modo geral, as amostras produzidas em todas as porcentagens de incorporação da farinha desta cultivar de triticales obtiveram comportamento similar aos pães produzidos com farinha de trigo;
- Para a textura instrumental dos bolos industriais, os produzidos com as misturas de farinha de trigo e triticales para a cultivar IPR 111 obtiveram desempenho similar ao bolo produzido com farinha pura de trigo para a maior parte do acompanhamento da vida-de-prateleira para as proporções de até 70%;
- Pelo conjunto dos resultados obtidos ao longo do acompanhamento da vida-de-prateleira, a cultivar EMBRAPA 53, em todas as proporções de aplicação de sua farinha em pães de forma, e a cultivar IPR 111, nas proporções de até 70% de aplicação de sua farinha em bolo industrial, foram as escolhidas para a condução da análise de aceitação sensorial;
- Pela análise sensorial, os pães de forma foram bem avaliados, com altos índices de aprovação, com destaque para a amostra produzida com 50% de farinha de triticales da cultivar EMBRAPA 53 que não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ), com relação à amostra produzida com farinha de trigo pura, para todos os atributos avaliados;

- Na avaliação dos bolos tipo “inglês”, as proporções avaliadas também receberam altos índices de aprovação, porém os bolos produzidos com 30 e 50% de farinha da cultivar IPR 111 não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), com relação à amostra produzida com farinha de trigo pura, para todos os atributos avaliados;

## **7 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Otimização dos processos de condicionamento e moagem das cultivares de triticales para obtenção de melhores rendimentos, com o objetivo de proporcionar subsídios tecnológicos às indústrias moageiras;
- Estudar os tipos de ligações existentes entre os glútenos de trigo e triticales, visando melhoria das propriedades reológicas de suas misturas;
- Executar um trabalho de otimização de aplicação, em produtos de panificação, das farinhas de triticales das cultivares estudadas;
- Aplicação de coadjuvantes de tecnologia, visando o aumento da qualidade do produto final e o aumento da incorporação de farinha de triticales aos produtos para consumo humano;
- Ampliar o mapeamento das cultivares de triticales existentes, a fim de identificar cultivares com potencial tecnológico importante e com potencial de aplicação em produtos para consumo humano.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods, 11<sup>th</sup> ed., St. Paul: AACC, 2009.

ABIMA, Associação Brasileira da Indústria de Massas Alimentícias. Mercado de trigo. Disponível em: [http://www.abima.com.br/est\\_mtrigo.asp](http://www.abima.com.br/est_mtrigo.asp). Acesso em: nov. 2010a.

ABIMA, Associação Brasileira da Indústria de Massas Alimentícias. Mercado Nacional de pães e bolos. Disponível em: [http://www.abima.com.br/est\\_mp\\_nacional.asp](http://www.abima.com.br/est_mp_nacional.asp). Acesso em: nov. 2010b.

ABITRIGO, **Associação Brasileira da Indústria do Trigo**. Dados e Estatísticas do setor. Disponível em: [http://www.abitrigo.com.br/banco\\_de\\_dados.asp](http://www.abitrigo.com.br/banco_de_dados.asp). Acesso em: 02 nov. 2010.

AGRONLINE. Agronline: Embrapa registra primeira cultivar brasileira de triticales. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=1288>. Acesso em: 02 mar. 2009.

AMAYA, A., PENA, R. J., VARUGHESE, G. Influence of grain hardness on the milling and baking properties of recently developed triticales. In: Int. Triticale Symp. N. L. Darvey, ed. **Occasional publication nº24**. 1986, Sydney: Australian Institute of Agricultural Science, p. 511-524.

BAR, W. H., PIZZINATTO, A. **Análise e avaliação de trigo e de suas farinhas quanto às qualidades tecnológicas**. Campinas : ITAL, 1979.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>. Acesso em 01 out. 2010, 2005a.

BRASIL. 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 União**, Brasília, p. 91, 03 de junho de 2005. Seção 1, 2005b.

CAUVAIN, S.P; YOUNG, L.. **The ICC handbook of cereals, flour, dough & product testing**. Pennsylvania: DEStech Publications, Inc. Lancaster, 2009.

CHATELANAT, R. P. **Composite Flour Programme**. Rome: FAO- Food and agriculture organization of the united nations, 1973.

CIACCO, C. T., D'APPOLONIA, B. L. Baking studies with cassava and yam flour. II. Rheological and baking studies of tuber wheat flour blends. **Cereal Chemistry**, v. 55, n. 4, p. 423-435, 1978.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura Nacional sobre a cultura do trigo. Dados sobre série histórica da produção de trigo e dados sobre a importação de trigo pelo Brasil. Publicado em: <http://www.conab.gov.br/>. Acessado em: 02 de novembro de 2010a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura Nacional sobre a cultura do trigo. Dados sobre série histórica da produção de triticales. Publicado em: <http://www.conab.gov.br/>. Acessado em: 02 de novembro de 2010b.

DARVEY, N. L., NAEEM, H., GUSTAFSON, J. P. Triticales: Production and utilization. in: K. KULP; J. PONTE (Eds.). **Handbook of Cereal Science and Technology**. 2<sup>nd</sup> Ed. New York: Marcel Dekker, 2000. Cap. 9.

DE RUITER, D. **Composite flours**. In: Advances in cereal science and technology, American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN. V.2, p. 349-385. 1978.

EL-DASH, A., MAZZARI, M. R., GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e mandioca na produção de pães**. In: Coleção Tecnologia de farinhas mistas v. 6, Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994.

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Uso de farinha mista na produção de biscoitos**. In: Coleção Tecnologia de farinhas mistas, v. 6. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documento disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/triticales/cultivares/embrapa\\_53.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/triticales/cultivares/embrapa_53.pdf). Acesso em: out. 2010.

ESTELLER, M.S. **Modificações estruturais de produtos panificados por processos de tratamentos térmico e bioquímico**. São Paulo, 2007. 154p. Tese (Doutor em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 09 out. 2010.

FARREL, E.P.; TSEN, C.C.; HOOVER, W.J.; Milling triticales into flour In: TSEN, C.C. (ed.). **Triticales; First Man-Made Cereal**. St Paul: American Association of Cereal Chemists, 1974, p.224-233.

FIGUEIREDO, N.M.S.; CAMPOS, S.D.S.; VITTI, P.; TRAVAGLINI, M.M.E.; CIAMPI, C.M.S. **Estudo técnico-econômico da obtenção de farinhas mistas para uso em panificação**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1978.

FREITAS, E. de F.; STERTZ, S. C.; WASZCZYNSKYJ, N. Viabilidade da produção de pão, utilizando farinha mista de trigo e mandioca em diferentes proporções. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos - CEPPA**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 197-208, jul./dez.1997.

GUILHERME, F.F.P., JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoitos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.25, n.1: 63-71, jan.-mar. 2005.

GRAGNANI, M.A.L.; **Produção e avaliação de pão de forma com triticale e enzima transglutaminase microbiana**, 2010. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GUARIENTI, E. **Qualidade industrial do trigo**. 2. Ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT. 1996.

GUTKOSKI, L. C., KLEIN, B., PAGNUSSATT, F.A., PEDÓ, I. Características tecnológicas de genótipos de trigo cultivados no cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 786-792, 2006.

HORWITZ, W. (Ed.) **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

HULSE, J. H., LAING, E. M. **Nutritive Value of Triticale Protein**. Canadá: International Development Research Centre, 1974. 181p.

IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. Documento disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/Centros/Graos\\_Fibras/Cultivares/Triticale.htm](http://www.iac.sp.gov.br/Centros/Graos_Fibras/Cultivares/Triticale.htm). Acesso em: out. 2010.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. Documento disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/tricale/tricale111.html>. Acesso em: out. 2010.

INGVER, A., KOPPEL, R. **The  $\alpha$ -amylase content and its influence on grain quality of spring wheat**. In Genetics and breeding of cereal crops. Harku: Estonian Agricultural University. p. 89–96. 1998.

JARDINE, J. G. **Avaliação do Comportamento Tecnológico de Farinha de Triticale em Mistura com Farinha de Trigo para a Produção de Pães**. Campinas, 1981, 81p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos),

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

JISHA, S., PADMAJA, G., MOORTHY, S.N., RAJESHKUMAR, K.. Pre-treatment effect on the nutritional and functional properties of selected cassava-based composite flours. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v.9 , p.587–592. 2008.

KALIL, A.. **Manual Básico de Nutrição**. São Paulo: Instituto de Saúde, 1975.

LEITÃO, R. F. de R., O Triticale. **Boletim do Instituto de tecnologia de Alimentos**, v.56. mar/abr. p.65-78. 1978.

LEITÃO, R. F. de R., VITTI, P., PIZZINATTO, A., CAMPOS, S. D. da S., MORI, E. E. M., SHIROSE, I. Farinha de triticale em panificação. **Coletânea do Instituto de tecnologia de Alimentos**, v.10, p.45-58. 1979.

LEITÃO, R. F. de R., PIZZINATTO, A., VITTI, P., SHIROSE, I., MORI, E. E. M., Estudo de duas cultivares de triticale e sua aplicação em produtos de massas alimentícias (macarrão, biscoito e bolos). **Boletim do Instituto de tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3. jul./set, p.325-342. 1984.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4th edition, Boca Raton: CRC Press, 2006.

MERGOUM, M.; GÓMEZ-MACPHERSON, H.. **Triticale improvement and production**, Rome: FAO – Food and agriculture organization of the united nations, 2004.

MERGOUM, M.; PFEIFFER, W.H.; PEÑA, R.J.; AMMAR, K.; RAJARAM, S. Triticale crop improvement: The CYMMIT programme. **Triticale: improvement and production**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004. Cap. 1, p.1-9.

MINOLTA CO. LTD. The essentials of imaging, **Manual Guide**, p.18-21, Japan, 2006.

NASCIMENTO JUNIOR, A.; WIETHÖLTER, S.; BAIER, A. C. Triticale production in Brazil. **Triticale Topics**, v. 1, n. 20, p. 20-21, 2005.

NAEEM, H., DARVEY, N. L., GRAS, W. P., MACRITCHIE, F.. Mixing properties, baking potential and functionality changes in storage proteins during dough development of triticale-wheat flours blends. **Cereal Chemistry**, v.79, n.3. p. 332-339. 2002

ORMENESE, R. S. C., **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios**. Campinas, 2010. 182p. Tese (Doutora em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2010.

OSAWA, C. C.; BRIGATTO, L. C. F.; MIRANDA, E. H. W.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 1, Mar. 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612009000100015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612009000100015&lng=en&nrm=iso). Acesso em 20 Nov. 2010. doi: 10.1590/S0101-20612009000100015.

OZTURK, S., KOKSEL, H., PERRY, K.W.NG. Farinograph properties and bread quality of flours supplemented with resistant starch. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**. v.60, n.6. p. 449-457. 2009.

PACHECO-DELAHAYE, E., TESTA, G. Evaluacion nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. **Interciencia**, v.30, n.5, p.300-304. mayo 2005.

PEÑA, R. J., AMAYA, A. Milling and breadmaking properties of wheat-triticale grain blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 60, n.4. p. 483-487. 1992.

PEÑA, R. J., BALANCE, G. M. Comparison of gluten quality in triticale: A fractionation-reconstitution study. **Cereal Chemistry**, v. 64, n.2. p. 128-132. 1987.

PFEIFFER, W.H. Triticale: potencial and research status of a manmade cereal crop. In: **Background material for the germplasm improvement subprogram external review, Ciudad Obregón, Sonora, Mexico. Wheat Program**, p. 82-92. Mexico, DF, CIMMYT. 1994

RIBEIRO, M. N. **Influência do tempo de condicionamento do trigo na qualidade tecnológica da farinha**. Fortaleza, 2009. 80p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA, 1997.

SEIBEL, W. Composite Flour. In: L. Popper, W. Schäfer, W. Freund (Eds.). **Future of flour - A Compendium of flour improvement**. Kansas City: Sosland Publishing Co., U.S.A. 2007.

SERNA-SALDIVAR, S. O., GUAJARDO-FLORES, S., VIESCA-RIOS, R. Potential of triticale as a substitute for wheat in flour tortilla production. **Cereal Chemistry**, v.81, n. 2. p. 220-225. 2004.

SILVA, C.B.; **Efeito da adição de xilanase, glucose oxidase e ácido ascórbico na qualidade do pão de forma de farinha de trigo de grão inteiro**, 2006. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SPACKMAN, D.C.; STEIN, W.H.; MOORE, S. **Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoacids**. Analytical Biochemistry, New York, v.30, p.1190-1206, 1958.

SLUIMER, P. **Principles of Breadmaking – functionality of raw materials and process steps**. St Paul: American Association of Cereal Chemists, 2005.

TOHVER, M.; KANN, A.; THAT, R.; MIHHALEVSKI, A.; HAKMAN, J. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. **Food Chemistry**, v.89, n.1, p.125-132. 2005.

TRETHOWAN, R.M.; PEÑA, R.J.; & PFEIFFER, W.H. Evaluation of pre-harvest sprouting in triticale compared with wheat and rye using a line source grain gradient. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, n.1, p.65-74, 1994.

TSEN, C. C. **Triticale: First man-made cereal**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1974.

TSEN, C. C., HOOVER, W. J., FARREL, E. P. Baking quality of triticale flour. **Cereal Chemistry**, v.50, n.1, p.16-26. 1973.

UNREAU, A. M., JENKINS, B. C. Investigations on synthetic species. Milling, baking, and some compositional characteristics of some “triticale” and parental species. **Cereal Chemistry**, v.41, n.1, p. 365-375, 1964.

VARUGHESI, G., PFEIFFER, W. H. PENA, R. J. Triticale: A successful alternative crop. I. **Cereal Foods World**, v.41, n.1, p. 474-482, 1996.

## APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Projeto de Pesquisa: **Avaliação do desempenho tecnológico de misturas de farinhas de triticale e trigo em produtos de panificação, pão de forma e bolo.**

**Responsável pela pesquisa:** Flávio Martins Montenegro

Esse trabalho tem como objetivo o estudo da aplicação de farinha de triticale, originada das cultivares IPR 111, IAC 5 Canindé e EMBRAPA 53, em substituição à farinha de trigo em produtos de panificação (pão de forma e bolo), visando a obtenção/seleção de misturas com qualidade tecnológica e sensorial aceitáveis.

O projeto proposto realizará análises sensoriais para a definição de possíveis alterações entre os pães e bolos produzidos com farinha de trigo e farinha de triticale e suas misturas, através do teste de aceitação e intenção de compra com consumidores desse tipo de produto. Os provadores analisarão os produtos quanto aos atributos: aparência global, cor, aroma, sabor e textura. Cada sessão levará cerca de 15 minutos.

Os pães de forma e bolos produzidos com farinha de triticale não oferecem riscos previsíveis de danos à saúde e integridade dos sujeitos envolvidos na pesquisa, pois, todos os produtos envolvidos no teste serão produzidos e manipulados de acordo com as boas práticas de fabricação (BPF). Como todo produto que contém glúten, eles apenas não são recomendados para o consumo por celíacos, intolerantes a essa proteína.

O pesquisador garante fornecer respostas a quaisquer perguntas ou esclarecimentos que julgue necessário sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa realizada. Está consciente, também que a participação do sujeito da pesquisa é voluntária, podendo se retirar a qualquer momento da análise sem qualquer consequência para o mesmo. Não haverá nenhum tipo de ressarcimento financeiro ou ajuda de custo aos provadores durante a participação na pesquisa. Haverá apenas gratificações em forma de brindes (confeitos e bombons) no final dos testes.

Os resultados obtidos neste trabalho serão tornados públicos em publicações científicas e congressos, sejam eles favoráveis ou não, porém, sem identificação dos participantes.

Caso concorde em participar desta pesquisa, por favor, preencha os dados abaixo, assine e devolva-a à pessoa que estiver presente na coleta. Você receberá uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Grato pela sua colaboração,

Pesquisador: Flávio Martins Montenegro

Assinatura: \_\_\_\_\_

Membros da Equipe:

Flávio Martins Montenegro - [flavio@ital.sp.gov.br](mailto:flavio@ital.sp.gov.br), fone: (19) 3743.1966

Fernanda Paula Collares Queiroz – [collares.queiroz@gmail.com](mailto:collares.queiroz@gmail.com)

Comitê de Ética – Fone: (19) 3521.8936

---

**Declaro aceitar participar da pesquisa de acordo com as condições estabelecidas pela mesma.**

Nome: \_\_\_\_\_ RG: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## ANEXO 1 – Parecer do Comitê de ética em Pesquisa sobre o projeto



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

[www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html](http://www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html)

CEP, 16/06/09.  
(Grupo III)

**PARECER CEP:** Nº 293/2009 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)  
**CAAE:** 0220.0.146.000-09

### I - IDENTIFICAÇÃO:

**PROJETO:** “AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TECNOLÓGICO DE MISTURAS DE FARINHAS DE TRITICALE E TRIGO EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, PÃO DE FORMA E BOLO”.

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL:** Flávio Martins Montenegro.

**INSTITUIÇÃO:** Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP

**APRESENTAÇÃO AO CEP:** 13/04/2009

**APRESENTAR RELATÓRIO EM:** 16/06/10 (O formulário encontra-se no *site* acima)

### II - OBJETIVOS

Avaliar o desempenho da aplicação de farinha de tritcale em substituição à farinha de trigo em produtos de panificação (pão de forma e bolo).

### III - SUMÁRIO

Projeto baseado em análise sensorial de produtos de panificação com substituição da farinha de trigo por farinha de tritcale. Serão incluídos 30 sujeitos exclusivamente neste centro, entre 18 e 65 anos, que se declarem saudáveis e que não possuam restrição a ingestão de produtos que contenham glúten. Os critérios de exclusão descrevem doença celíaca, não aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou descontinuidade no teste. O tritcale será proveniente de três cultivares da Embrapa. Os testes sensoriais serão realizados com voluntários e visam aferir a aparência, a cor, o aroma, o sabor e a textura dos produtos em teste, preenchendo escala hedônica de nove pontos, além de teste de intensão de compra. O local de avaliação compreenderá as cabines de análise sensorial do DTA/FEA. Os resultados obtidos serão analisados por ANOVA e teste de Tukey.

### IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP  
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126  
Caixa Postal 6111  
13083-887 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936  
FAX (019) 3521-7187  
cep@fcm.unicamp.br



restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

#### VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delimitada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

#### VI I- DATA DA REUNIÃO

Homologado na IV Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 28 de abril de 2009.

*Prof. Dra. Carmen Silvia Bertuzzo*  
VICE PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
FCM/UNICAMP