



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

SIMONE SHIOZAWA

**Efeito da adição de fibras alimentares sobre a qualidade de massas de pizza
pré-assadas**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA À FACULDADE DE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**Profa. Dra. Caroline Joy Steel
ORIENTADOR**

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida por Simone Shiozawa, aprovada pela comissão julgadora em ____ / ____ / ____ e orientada pela Profa. Dra. Caroline Joy Steel.

Assinatura do Orientador

CAMPINAS, 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CLAUDIA AP. ROMANO DE SOUZA – CRB8/5816 - BIBLIOTECA DA FACULDADE DE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

Sh63e Shiozawa, Simone, 1986-
Efeito da adição de fibras alimentares sobre a
qualidade de massas de pizza pré-assadas / Simone
Shiozawa. -- Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Caroline Joy Steel.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Massas. 2. Pizza. 3. Fibra alimentar. 4.
Farinha de trigo de grão inteiro. 5. Fibra de trigo. 6.
qualidade. I. Steel, Caroline Joy. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Effect of the addition of dietary fibers on the quality of pre-baked pizza doughs

Palavras-chave em inglês (Keywords):

Pastas

Pizza

Dietary fiber

Whole wheat flour

Wheat fiber

Quality

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Caroline Joy Steel [Orientador]

Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici

Eveline Lopes Almeida

Data da defesa: 16/04/2012

Programa de Pós Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Caroline Joy Steel – Orientadora
DTA – FEA / UNICAMP

Profa. Dra. Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici – Membro Titular
UNIFAL

Dra. Eveline Almeida – Membro Titular
DTA – FEA / UNICAMP

Prof. Dr. Yoon Kil Chang – Membro Suplente
DTA – FEA / UNICAMP

Dra. Elizabeth Harumi Nabeshima – Membro Suplente
ITAL – CAMPINAS

DEDICATÓRIA

Dedico mais esta conquista aos meus pais Antonio Shiozawa e Tazuko Izumi Shiozawa (*in memoriam*),

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar meu caminho todos os dias;

Ao meu pai Antonio por tudo...;

À minha irmã querida irmã Larissa, essencial e especial na minha vida;

Às minhas tias Satomi, Teresa e Mieko pelo incentivo constante e amor nas palavras de conforto;

Ao meu companheiro Gabriel por todo o amor, principalmente, pois todo o resto é consequência dele...;

À minha querida amiga e companheira de Mestrado Patricia por todas as palavras sábias e por toda a ajuda nos processamentos das muitas massas de pizza que fizemos;

À Claudia por toda ajuda e dedicação ao trabalho, e não por menos por sua habilidade como “pizzaiola” de mãos cheias;

Aos meus colegas do Laboratório de Cereais: André, Márcio, Leandra, Gaby e Eliza pelos momentos de descontração assim como os de ajuda no trabalho;

Aos funcionários e amigos da Padaria da FEA: Izilda, Nilo, Luciano, Simone, Edna e Lu pela grande ajuda e incentivo na execução do trabalho;

À valiosa colaboração das técnicas Renata (Instrumentação), Diana (Microbiologia) e Alessandra (Cereais);

Aos meus amigos que embora distantes fisicamente sempre estão em meus pensamentos: Dani, Angel e Jó, Juninho, Vitor Hugo e Cesinha;

À minha orientadora Caroline pela orientação e pelos ensinamentos;

Aos membros da banca examinadora pelas sugestões e contribuições a este trabalho;

Ao CNPq pela bolsa concedida.

“A gente tropeça sempre nas pedras pequenas,
porque as grandes a gente logo enxerga.”
(Provérbio Japonês)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 História da pizza	3
2.2 Consumo de pizzas	3
2.3 Massas de pizza pré-assadas	4
2.3.1 Farinha de trigo	5
2.3.2 Água	7
2.3.3 Fermento biológico	7
2.3.4 Sal	7
2.3.5 Gordura vegetal	8
2.3.6 Açúcar	8
2.3.7 Conservantes propionato de cálcio e sorbato de potássio	8
2.4 Qualidade de massas de pizza	9
2.5 Fibras alimentares	11
2.5.1 Fibras de trigo	13
2.5.1.1 Farinha de trigo de grão inteiro e Farinha de trigo integral	14
2.5.1.2 Fibra branca de trigo	16
2.6 Conservação de massas de pizza	16
2.7 Análise Sensorial	19
3. JUSTIFICATIVA	20
4. OBJETIVO	20
5. MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1 Material	21
5.2 Métodos	21
5.2.1 Caracterização das matérias-primas	21
5.2.1.1 Composição centesimal	22
5.2.1.2 Granulometria	22
5.2.1.3 Cor	22
5.2.1.4 Teores de glúten úmido e seco e índice de glúten	22
5.2.1.5 <i>Falling Number</i>	23

5.2.1.6 Farinografia	23
5.2.1.7 Extensografia	23
5.2.1.8 Alveografia	24
5.2.2 Produção das massas de pizza pré-assadas	24
5.2.2.1 Formulação-base	24
5.2.2.2 Adição das fibras	25
5.2.2.3 Processamento	26
5.2.3 Caracterização das massas de pizza pré-assadas	27
5.2.3.1 pH e acidez total titulável.....	27
5.2.3.2 Umidade	27
5.2.3.3 Atividade de água.....	28
5.2.3.4 Volume específico	28
5.2.3.5 Dimensões das massas de pizza pré-assadas	28
5.2.3.6 Cor.....	29
5.2.3.7 Textura	29
5.2.4. Qualidade microbiológica	31
5.2.5 Análise sensorial	31
5.2.6 Forma de análise dos resultados	32
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
6.1 Caracterização das matérias-primas.....	33
6.1.1 Composição centesimal	33
6.1.2 Granulometria.....	36
6.1.3 Cor.....	37
6.1.7 Teores de glúten úmido e seco e índice de glúten	38
6.1.8 <i>Falling number</i>	39
6.1.9 Alveografia	39
6.1.10 Farinografia	40
6.1.11 Extensografia	41
6.2 Caracterização das misturas da farinha de trigo refinada com diferentes proporções de farinha de trigo de grão inteiro e fibra branca de trigo	42
6.2.1 Farinografia	42

6.2.1.1 Absorção de água	43
6.2.1.2 Tempo de chegada.....	46
6.2.1.3 Tempo de desenvolvimento	48
6.2.1.4 Tempo de saída	51
6.2.1.5 Estabilidade.....	53
6.2.1.6 Índice de tolerância à mistura (ITM)	54
6.3 Extensografia	57
6.3.1 Resistência à extensão	58
6.3.2 Resistência Máxima	61
6.3.3 Extensibilidade	62
6.3.4 Número proporcional (D).....	64
6.4 Caracterização das massas de pizza pré-assadas	67
6.4.1 Volume específico e Dimensões das pizzas	68
6.4.1.1 Volume específico	68
6.4.1.2 Diâmetro.....	71
6.4.1.3 Espessura	72
6.4.2 Umidade	75
6.4.3 Atividade de água.....	78
6.4.4 Textura instrumental.....	80
6.4.5 Cor.....	83
6.4.6 pH.....	92
6.4.7 Acidez total titulável (ATT).....	94
6.5 Qualidade microbiológica	100
6.6 Ponto ótimo	103
6.7 Análise Sensorial.....	108
7. CONCLUSÕES	119
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
9. ANEXOS	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Padrões microbiológicos sanitários para produtos semielaborados sem recheio	17
Tabela 2. Formulação-base para a produção das massas de pizza pré-assadas.	24
Tabela 3. Valores utilizados em cada nível do DCCR.....	25
Tabela 4. Ensaio do planejamento experimental com os níveis codificados e reais das variáveis independentes e teor de fibra teórico no produto final	26
Tabela 5. Composição centesimal das matérias-primas	33
Tabela 6. Granulometria das matérias-primas	37
Tabela 7. Parâmetros L*, a* e b* da cor das matérias-primas.....	37
Tabela 8. Teores de glúten úmido e seco e índice de glúten da FTR	38
Tabela 9. Parâmetros farinográficos das farinhas.....	40
Tabela 10. Parâmetros extensográficos após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas.....	42
Tabela 11. Absorção de água e propriedades de mistura das combinações de farinha de trigo refinada para pizza e as fontes de fibra alimentar.....	43
Tabela 12. Coeficientes de regressão para a resposta absorção de água (%) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra	43
Tabela 13. ANOVA para a resposta absorção de água (%).....	44
Tabela 14. Coeficientes de regressão para a resposta tempo de chegada (min) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra	46
Tabela 15. ANOVA para a resposta tempo de chegada (min)	47
Tabela 16. Coeficientes de regressão para a resposta tempo de desenvolvimento (min) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibras.....	49
Tabela 17. ANOVA para a resposta tempo de desenvolvimento (min)	49
Tabela 18. Coeficientes de regressão para a resposta tempo de saída (min) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra	51
Tabela 19. ANOVA para a resposta tempo de saída (min)	52
Tabela 20. Coeficientes de regressão para a resposta estabilidade das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra.....	53
Tabela 21. ANOVA para a resposta estabilidade (min).....	54
Tabela 22. Coeficientes de regressão para a resposta ITM das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra.....	55
Tabela 23. Anova para a resposta ITM	55
Tabela 24. Características extensográficas 135 min das combinações de farinha de trigo refinada para pizza e as fontes de fibra alimentar.....	58
Tabela 25. Coeficientes de regressão para a resposta resistência à extensão das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra	59
Tabela 26. ANOVA para a resposta resistência à extensão (UE)	59

Tabela 27. Coeficientes de regressão para a resposta resistência máxima das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra	61
Tabela 28. ANOVA para a resposta resistência máxima (UE)	62
Tabela 29. Coeficientes de regressão para a resposta extensibilidade (mm) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra	63
Tabela 30. ANOVA para a resposta extensibilidade (mm)	63
Tabela 31. Coeficientes de regressão para a resposta número proporcional (D) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra	65
Tabela 32. ANOVA para a resposta número proporcional (D)	65
Tabela 33. Volume específico, diâmetro e espessura das massas de pizza pré-assadas	68
Tabela 34. Coeficientes de regressão para a resposta volume específico (mL/g) das massas de pizza pré-assadas	69
Tabela 35. ANOVA para a resposta volume específico (mL/g)	69
Tabela 36. Coeficientes de regressão para o diâmetro (cm) das massas de pizza pré-assadas	72
Tabela 37. Coeficientes de regressão para a resposta espessura (mm) das massas de pizza pré-assadas	72
Tabela 38. ANOVA para a resposta espessura (mm)	73
Tabela 39. Umidade (%) das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada	76
Tabela 40. Atividade de água das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada	79
Tabela 41. Textura das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada	81
Tabela 42. Parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada	84
Tabela 43. Coeficientes de regressão para a resposta cor L^* das massas de pizza pré-assadas (dia 1)	85
Tabela 44. Coeficientes de regressão para a resposta cor a^* das massas de pizza pré-assadas (dia 1)	85
Tabela 45. Coeficientes de regressão para a resposta cor b^* das massas de pizza pré-assadas (dia 1)	85
Tabela 46. Coeficientes de regressão para a resposta cor L^* das massas de pizza pré-assadas (dia 57)	86
Tabela 47. Coeficientes de regressão para a resposta cor a^* das massas de pizza pré-assadas (dia 57)	86
Tabela 48. Coeficientes de regressão para a resposta cor b^* das massas de pizza pré-assadas (dia 57)	86
Tabela 49. ANOVA para a resposta cor L^* (dia 1)	88
Tabela 50. ANOVA para a resposta cor a^* (dia 1)	88

Tabela 51. ANOVA para a resposta cor L* (dia 57).....	88
Tabela 52. Anova para a resposta cor a* (dia 57).....	89
Tabela 53. pH das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada	93
Tabela 54. Acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) das massas de pizza pré- assadas durante a estocagem refrigerada.....	95
Tabela 55. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) das massas de pizza pré-assadas – dia 1.....	96
Tabela 56. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável (mL naoh 0,1N/10g) das massas de pizza pré-assadas – dia 30.....	96
Tabela 57. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) das massas de pizza pré-assadas – dia 57.....	96
Tabela 58. ANOVA para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – dia 1.....	97
Tabela 59. ANOVA para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – dia 30.....	98
Tabela 60. ANOVA para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – dia 57.....	98
Tabela 61. Contagem total padrão em placas (UFC x g ⁻¹) nas massas de pizza pré-assadas durante o armazenamento refrigerado.....	101
Tabela 62. Contagem de bolores e leveduras (UFC x g ⁻¹) nas massas de pizza pré-assadas durante o armazenamento refrigerado.....	102
Tabela 63. Contagem de micro-organismos psicrotóxicos (UFC x g ⁻¹) nas massas de pizza pré-assadas durante o armazenamento refrigerado.....	102
Tabela 64. Coeficientes de regressão para a resposta teor de fibras teórico das massas de pizza pré-assadas.....	104
Tabela 65. Resultados reais e obtidos pelos modelos do ensaio V1.....	107
Tabela 66. Resultados reais e obtidos pelos modelos do ensaio V2.....	107
Tabela 67. Resultados reais e obtidos pelos modelos do ensaio C.....	107
Tabela 68. Ensaio do planejamento experimental utilizados na avaliação sensorial com os níveis codificados e reais das variáveis independentes e teor de fibra teórico no produto final.....	108
Tabela 69. Médias dos valores atribuídos pelos provadores para a aceitação de cor, aparência e impressão global das amostras de massas de pizza pré- assadas.....	109
Tabela 70. Médias dos valores atribuídos pelos provadores para a aceitação de aparência, sabor, textura e impressão global das amostras de massas de pizza pré-assadas recheadas.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dimensões das massas de pizza pré-assadas: (a) medidas de espessura; (b) medidas de diâmetro	28
Figura 2. Demonstração da análise de textura instrumental das massas de pizza pré-assadas	30
Figura 3. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta absorção de água (%).....	45
Figura 4. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta tempo de chegada (min)	47
Figura 5. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta tempo de desenvolvimento (min)	50
Figura 6. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta tempo de saída (min)	52
Figura 7. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta ITM.....	56
Figura 8. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta resistência à extensão (ue)	60
Figura 9. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta extensibilidade (mm)	64
Figura 10. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta número proporcional (D)	66
Figura 11. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta volume específico (mL/g).....	70
Figura 12. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta espessura (mm).....	74
Figura 13. Evolução da umidade das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado (5 °C).....	77
Figura 14. Evolução da atividade de água das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado (5 °C).....	80
Figura 15. Evolução da textura das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado (5 °C).....	82
Figura 16. Espectro de cor, sistema CIELab.....	83
Figura 17. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta L* - dia 1	89
Figura 18. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta L* - dia 57	90
Figura 19. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta a* - dia 1	90
Figura 20. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta a* - dia 57	91
Figura 21. Evolução do pH das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado	94

Figura 22. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – dia 1	99
Figura 23. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – dia 30	99
Figura 24. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – dia 57	100
Figura 25. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta teor de fibras teórico (%)	105
Figura 26. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo cor	110
Figura 27. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo aparência	110
Figura 28. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo impressão global.....	111
Figura 29. Intenção de compra das amostras de massas de pizza pré-assadas avaliadas visualmente.....	111
Figura 30. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo aparência das pizzas recheadas.....	114
Figura 31. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo sabor das pizzas recheadas	114
Figura 32. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo textura das pizzas recheadas	115
Figura 33. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo impressão global das pizzas recheadas	115
Figura 34. Histograma de intenção de compra em relação às amostras pizza recheadas	116

RESUMO

Apesar de serem poucas as pesquisas sobre a qualidade e tecnologia associada à fabricação de massas de pizza e existirem poucos indicadores de qualidade disponíveis na legislação para este tipo de produto, alguns fenômenos podem ser explicados, por analogia, à fabricação de pão, já que os ingredientes básicos destes dois produtos são praticamente os mesmos. O aumento do mercado de pizzas no Brasil, de 5% ao ano em vendas, e a crescente preocupação da população em manter uma alimentação saudável, como também em buscar e dar preferência aos alimentos de conveniência e praticidade são indicativos de que o desenvolvimento de massas de pizza pré-assadas enriquecidas com fibras podem ter impacto positivo sobre este mercado em expansão e sobre as tendências para escolha de alimentos industrializados pelos consumidores. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adição de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e fibra branca de trigo (FBT) sobre a qualidade de massas de pizza pré-assadas. Foram identificados seus efeitos sobre o processamento e características tecnológicas, sensoriais e de conservação das massas de pizza pré-assadas. A FTGI e a FBT interferiram nos parâmetros farinográficos e extensográficos da mistura com a farinha de trigo refinada para pizza (FTR), o que refletiu nas condições de processamento das massas de pizza pré-assadas, como foi observado na prática, como o aumento da quantidade de água necessária para o desenvolvimento da massa, os maiores tempos de mistura até a formação da rede de glúten e o aumento da elasticidade das massas. Na qualidade das massas de pizza pré-assadas, as fontes de fibras tiveram influência significativa nas análises de volume específico e espessura dos discos de pizza, de cor L^* e cor a^* , de acidez total titulável, e, dentro das mesmas condições de processamento e das faixas de concentração estudadas para a FTGI e FBT, é possível afirmar que os modelos obtidos neste trabalho reproduzem os resultados práticos. A avaliação microbiológica das massas de pizza pré-assadas, durante a estocagem refrigerada, garantiu a segurança microbiológica por até 58 dias após sua fabricação. Sensorialmente as formulações somente com FBT e a com ambas as fibras (ponto central do planejamento) foram tão aceitas pelos consumidores quanto à formulação controle sem fibras, além de serem produtos considerados alto teor de fibras (6 g de fibras/100 g de produto). Apesar da menor aceitação pelos consumidores, é possível obter um produto com apelo de fonte de fibras e de grão inteiro, pois o produto com 90% de FTGI substituindo a FTR, contém cerca de 5,6% de fibras e mais de 51% de grão inteiro em sua composição final.

Palavras chave: massas de pizza pré-assadas, fibras alimentares, farinha de trigo de grão inteiro, fibra branca de trigo, qualidade

SUMMARY

Although there is little research on the quality and technology associated with the production of pizza and few quality indicators available in the legislation for this type of product, some phenomena can be explained by analogy to the production of bread, since the basic ingredients of these two products are practically the same. The increase of the pizza market in Brazil, of 5% a year in sales, and the growing public concern in maintaining a healthy diet, but also seeking and giving preference to foods of convenience and practicality are indicators that the development of pre-baked pizza doughs enriched with fibers can have a positive impact on this expanding market and trends in the choice of foods by consumers. The objective of this study was to evaluate the effects of the addition of whole grain wheat flour (FTGI) and white wheat fiber (FBT) on the quality of pre-baked pizza doughs. Their effects on the processing and technological, sensory and conservation characteristics of pre-baked pizza doughs were identified. FTGI and FBT interfered in the farinographic and extensographic parameters, which affected the processing conditions of the pre-baked pizza doughs, as observed in practice as an increase in the amount of water required for the development of the dough, longer mixing times for the formation of the gluten network and an increase in dough elasticity. Regarding pre-baked pizza dough quality, the sources of dietary fiber had a significant influence on specific volume and thickness of the pizza disks, color L^* and a^* , total titrable acidity, and it can be said that the models obtained in this work reproduce the practical results if the same processing conditions and ingredient variation ranges are used. The microbiological evaluation of the pre-baked pizza doughs, during refrigerated storage, guaranteed the microbiological safety for up to 58 days. Sensorially, the FBT formulation and the formulation with both fibers (central point of the experimental design) were as accepted by consumers as the control formulation without fibers, as well as being considered "high fiber products" (6 g fibers/100 g of product). Despite the lower acceptance by consumers, it is possible to obtain a high fiber and whole grain pre-baked pizza dough, since the formulation with 90% of FTGI replacing the refined flour contains about 5.6% of dietary fiber and more than 51% of whole grain in its final composition.

Keywords: pre-baked pizza doughs, dietary fibers, whole wheat flour, white wheat fiber, quality

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Nápoles é conhecida como a capital mundial da pizza, pois foi a primeira cidade do mundo a produzir pizzas como as que conhecemos hoje. A pizza chegou ao Brasil no final do século XIX, com a imigração italiana (FISPIZZA, 2010) e hoje a cidade de São Paulo é a segunda maior consumidora de pizzas do mundo, superada apenas por Nova Iorque, EUA (COLTRI, 2011). Ganhando espaço na preferência do consumidor, as pizzas deixam de ser exclusividade das pizzarias para serem comercializadas nos mais diversos estabelecimentos comerciais (OSMAN, 2008; PINHO, MACHADO e FURLONG, 2001), em diferentes formas: semiprontas recheadas ou não, prontas para o consumo, refrigeradas ou congeladas (COPPOLA, PEPE e MAURIELLO, 1998).

Em comparação com outros produtos de panificação, existem poucas pesquisas sobre a qualidade de massas de pizza. Mesmo em escala industrial, observa-se que é difícil manter a padronização da qualidade das massas de pizza (LARSEN, SETSER e FAUBION, 1993). No entanto, alguns fenômenos podem ser explicados, por analogia, à fabricação de pão, já que os ingredientes básicos destes dois produtos são praticamente os mesmos (LARSEN, SETSER e FAUBION, 1993; WANG et al., 2005; SANTOS e MANTELLI, 2009).

A qualidade global da pizza depende principalmente da sua massa, pois é parte significativa do produto final (LARSEN, SETSER e FAUBION, 1993). A aparência, sabor e textura das massas de pizza são fatores importantes para sua identificação e aceitação pelos consumidores (SANTOS e MANTELLI, 2009).

A importância da inclusão da fibra alimentar na nutrição despertada por especialistas das áreas de nutrição e saúde, e também da recomendação do aumento de seu consumo, tem levado a indústria alimentícia ao desenvolvimento de novos alimentos enriquecidos com fibras (LAJOLO et al., 2001; CHO e DREHER, 2001). As fibras alimentares estão entre as classes reconhecidas como favorecedoras da saúde de acordo com a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (2008), e que se adicionadas ou presentes em alimentos, é possível defini-los como alimentos funcionais.

As fibras alimentares adicionadas em massas de pizza podem vir a complementar de maneira benéfica a alimentação diária humana. O desenvolvimento de formulações alternativas para massas de pizza, portanto, pode se dar através da adição de fibras alimentares, com o consequente aumento do consumo de fibras pelos consumidores.

As fibras do trigo presentes no farelo e na farinha de trigo de grão inteiro podem ser um suplemento natural ideal para a produção de produtos panificados enriquecidos com fibras (CHO e DREHER, 2001; SARDESAI, 2003; LEBESI e TZIA, 2011). Entretanto, o uso de fibras do trigo em alimentos panificados pode resultar no detrimento das suas características de conservação, tecnológicas e sensoriais.

O aumento do mercado de pizzas no Brasil de 5 % ao ano em vendas (SOUZA, 2010; OSMAN, 2008) e a crescente preocupação da população em manter uma alimentação saudável, como também em buscar e dar preferência aos alimentos de conveniência e praticidade (FIESP/IBOPE INTELIGÊNCIA, 2010) são indicativos de que o desenvolvimento de massas pré-assadas de pizza enriquecidas com fibras podem ter impacto positivo sobre este mercado em expansão e sobre as tendências para escolha de alimentos industrializados pelos consumidores. O objetivo deste trabalho foi estudar a aplicação de duas fontes de fibras de trigo em massas de pizza pré-assadas estocadas sob refrigeração, identificando seus efeitos sobre o processamento e as características tecnológicas, sensoriais e de conservação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 História da pizza

Acredita-se que a precursora da pizza, uma massa composta somente de farinha e água, com formato de discos finos e assada sobre pedras ou outras fontes de calor, tenha surgido há mais de 6 mil anos (FISPIZZA, 2010; SOUZA, 2010). Babilônios, fenícios, persas, hebreus e egípcios chamavam-na de "Pão de Abraão", produto semelhante aos pães árabes consumidos atualmente (SOUZA, 2010).

São inúmeras as hipóteses do surgimento da produção de pizzas, mas a mais citada é a de que as pizzas são oriundas de Nápoles, cidade localizada ao sul da Itália. A cidade de Nápoles é conhecida como a capital mundial da pizza, pois foi a primeira cidade do mundo a produzir pizzas como as que conhecemos hoje. Os camponeses utilizavam os ingredientes de que dispunham: farinha de trigo e banha para fazer uma base redonda e plana adornada com queijo feito a partir do leite de búfala, azeite, e ervas. O termo "picea" indicava este disco de massa assada com ingredientes por cima, que mais tarde seria denominada pizza (FISPIZZA, 2010).

2.2 Consumo de pizzas

A pizza chegou ao Brasil no final do século XIX, com a imigração italiana (FISPIZZA, 2010). São Paulo é a segunda maior consumidora de pizzas do mundo, sendo superada por Nova Iorque (EUA) (COLTRI, 2011). Estima-se que existam mais de 25 mil pizzarias no Brasil, estando cerca de 6 mil delas localizadas na região metropolitana de São Paulo, onde o consumo chega a ser de 43 milhões de pizzas por mês (WANG et al., 2005; SANTOS e MANTELLI, 2009). Ganhando espaço na preferência do consumidor, as pizzas deixam de ser exclusividade das pizzarias para serem comercializadas nos mais diversos estabelecimentos comerciais (OSMAN, 2008; PINHO, MACHADO e FURLONG, 2001), em diferentes formas: semiprontas recheadas ou não, prontas para o consumo, refrigeradas ou congeladas (COPPOLA, PEPE e MAURIELLO, 1998).

O mercado de pizzas brasileiro está em expansão, com aumento de cerca de 5 % ao ano em vendas, que movimenta R\$ 18 bilhões no Brasil (SOUZA, 2010; OSMAN, 2008).

Segundo pesquisa nacional feita pelo FIESP/IBOPE Inteligência (2010) sobre alimentos industrializados, 34 % dos entrevistados priorizam a conveniência e praticidade, 23 % baseiam sua escolha a partir da confiabilidade e qualidade do produto, 22 % a partir dos aspectos sensoriais e de prazer que o produto proporciona, e cerca de 21 % dos consumidores priorizam a saudabilidade e o bem estar que o produto proporciona, associando estes fatores às questões de sustentabilidade e ética.

Os consumidores que priorizam a conveniência e praticidade são aqueles que trabalham em tempo integral e dispõem de pouco tempo para cuidar da casa e da alimentação. Por este motivo, os alimentos como congelados e semiprontos são os principais aliados destes consumidores, uma vez que representam mais praticidade no preparo das refeições. Desta forma, a pizza ganha destaque devido ao custo relativamente baixo do produto e à facilidade de preparo para consumo (WANG et al., 2005; PINHO, MACHADO e FURLONG, 2001). A ampla variedade e combinações de recheios para pizzas, que agradam aos mais diversos paladares, podem ter relação direta com aspectos sensoriais e de prazer que os consumidores buscam em um alimento. Além disso, as pizzas podem apresentar maiores funções nutricionais como também funcionais através da adição de fibras alimentares nas massas, fazendo parte, assim, dos produtos de escolha daqueles que priorizam a saudabilidade e bem estar em um produto.

2.3 Massas de pizza pré-assadas

O conceito de pré-assamento é utilizado na indústria de panificação, e consiste em seguir todo o processamento convencional, à exceção da etapa de assamento, que é conduzida parcialmente ou interrompida, podendo, este produto pré-assado ser estocado à temperatura ambiente, de refrigeração ou de congelamento (ROSELL e SANTOS, 2010), ou sob atmosfera modificada (SLUIMER, 2005).

Esta tecnologia é aplicada para a obtenção de produtos de panificação de conveniência, pois como estes produtos já estarão pré-assados - com a estrutura formada, mas sem formação e desenvolvimento de cor da crosta - o reassamento ou finalização do produto poderá ser feito a qualquer hora do dia, seja em estabelecimentos comerciais, como em padarias ou no próprio domicílio do consumidor (ROSELL e SANTOS, 2010).

As massas pré-assadas de pizza, sem recheio, são produtos de conveniência principalmente para os consumidores finais, pois são produtos que se encontram disponíveis nos mercados, tendo custo relativamente baixo (WANG et al., 2005; PINHO, MACHADO e FURLONG, 2001), e sendo necessário ao consumidor somente recheá-las a gosto e reassá-las por cerca de 5 minutos.

Segundo Smith et al. (2003), as massas de pizza assadas são produtos que possuem alta umidade, com atividade de água variando entre 0,94-0,95.

A alta umidade e alta atividade de água são fatores críticos para o crescimento microbiano: quanto maiores os seus valores, mais água estará disponível para o desenvolvimento e a proliferação de micro-organismos.

Para estender a vida de prateleira destes produtos, normalmente faz-se uso da estocagem refrigerada ou congelada. O *shelf-life* de marcas comerciais de massas de pizza pré-assadas é bastante variável, desde 3 semanas a 2 meses.

Os ingredientes mais comuns que compõem as massas pré-assadas de pizza brasileiras são a farinha de trigo, água, gordura vegetal ou óleo vegetal, fermento biológico fresco, sal, açúcar e conservantes propionato de cálcio e sorbato de potássio. Menos comuns são os ovos, leite, emulsificantes, corantes, dentre outros.

2.3.1 Farinha de trigo

O trigo e seus derivados são considerados fontes de calorias e também contribuem significativamente com quantidades de outros nutrientes, como proteínas, vitaminas, minerais e fibras alimentares para a dieta (CHO e CLARK, 2001; CHO e DREHER, 2001).

A Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005, do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) define como farinha de trigo o produto elaborado com grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum* (exceto grãos de trigo da espécie *Triticum durum* Desf) ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos (BRASIL, 2005).

Uma porção de 50 gramas de farinha de trigo fornece 180 calorias, 38 gramas de carboidratos, 5 g de proteínas e 1 grama de gorduras totais, além de não conter gorduras saturadas e colesterol. É fonte de minerais como o cálcio (9 mg) e ferro (2,1 mg), de vitaminas como o ácido fólico (75 mcg), e não contém sódio (ABITRIGO, 2005). O teor de fibra alimentar total em farinha branca de trigo é de 2,7 %, sendo 1,7 % fibra insolúvel, e 1,0 % fibra solúvel (CHO e DREHER, 2001).

A farinha de trigo é um dos principais componentes da dieta humana, pois é utilizada em uma ampla variedade de alimentos, em sua maioria devido à sua exclusiva propriedade física que ocorre durante a mistura da farinha com água. Esta propriedade é o desenvolvimento da rede de glúten, uma rede protéica com propriedades viscoelásticas, que favorece a formação de uma massa que apresenta elasticidade e extensibilidade (PECIVOVA, BURESOVA e BILKOVA, 2010). O ingrediente mais importante e majoritário em produtos de panificação, inclusive para as massas de pizza, é a farinha de trigo.

Através da classificação da farinha de trigo de acordo com a sua força: fraca, média, forte e muito forte, segundo parâmetros farinográficos e extensográficos, a farinha de trigo ideal para massas de pizza deve ter força entre média e fraca (PIZZINATTO, 1999). Isto porque é desejável que esta farinha apresente um pouco mais de extensibilidade do que elasticidade, para que não ocorra o encolhimento da massa após a formatação dos discos das massas de pizza.

2.3.2 Água

A água é um solvente universal, e em produtos de panificação, após a farinha de trigo é o mais importante ingrediente utilizado (CAUVAIN, 2007). Nas massas de pizza tem diversas funções: controla a temperatura da massa, dissolve sais, permite o desenvolvimento da rede de glúten durante a mistura, permite a gelatinização do amido durante o forneamento, controla a maciez e a palatabilidade do pão, dentre outras. Cabe ressaltar que não só a quantidade de água na formulação é importante (para o desenvolvimento ótimo da massa), mas também a qualidade da mesma (SLUIMER, 2005), pois a água pode conter íons de cálcio e magnésio naturalmente e a quantidade destes sais minerais determina o grau de dureza da água, desde água mole, parcialmente dura e até dura. Para panificação, a água parcialmente dura é considerada adequada, pois a presença destes sais exerce um efeito benéfico na fermentação, enquanto que a água dura retarda o processo de fermentação e a água mole torna a massa mole e pegajosa (EL DASH, CAMARGO e DIAZ 1982).

2.3.3 Fermento biológico

Os fermentos mais utilizados em massas de pizza são os biológicos frescos, normalmente compostos pelas leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, que através da fermentação de açúcares, produzem CO₂ para a expansão da massa nos vários estágios do processamento, além do desenvolvimento de compostos aromáticos (LAI e LIN, 2006).

2.3.4 Sal

O sal mais comumente utilizado na culinária em geral é o cloreto de sódio. Ele contribui para o gosto dos alimentos, e em produtos de panificação pode ser utilizado para controlar a fermentação, além da função como reforçador da rede de glúten (WILLIAMS e PULLEN, 2007; EL DASH, CAMARGO e DIAZ 1982). Os produtos de panificação contêm cerca de 2 % de sal (base farinha) em sua formulação, sendo a tendência mundial, atualmente, a diminuição dos teores de

cloreto de sódio adicionados aos alimentos por estar relacionado com o aumento da pressão sanguínea (CAUVAIN, 2007).

2.3.5 Gordura vegetal

As gorduras são importantes para a qualidade organoléptica e de processamento de produtos fermentados como as massas de pizza. Elas têm a função de lubrificar a rede de glúten, aumentando a extensibilidade da massa e melhorando a maciez do produto, prolongando o seu *shelf-life* (WILLIAMS e PULLEN, 2007; CAUVAIN, 2007; EL DASH, CAMARGO e DIAZ 1982).

2.3.6 Açúcar

O açúcar, ou a sacarose, contribui para as reações de fermentação e de desenvolvimento da cor da crosta quando adicionado em produtos de panificação. Este dissacarídeo é convertido em glicose e frutose após ação da exoenzima produzida pelas leveduras invertase, ou sacarase, e, desta forma, estes monossacarídeos podem ser utilizados nas reações de fermentação, assim como participar da reação de Maillard, onde são desenvolvidos os compostos de cor (SLUIMER, 2005).

2.3.7 Conservantes propionato de cálcio e sorbato de potássio

Propionato de cálcio e sorbato de potássio são os conservantes mais utilizados em produtos de panificação, e, sendo o propionato de cálcio utilizado segundo as Boas Práticas de Fabricação, sua adição é *quantum satis*. No caso do sorbato de potássio, o limite para uso é de 0,1 %, segundo a Resolução nº 383, de 5 de agosto de 1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 1999). Devido ao seu baixo valor de pKa (4,19-4,87), o propionato de cálcio e sorbato de potássio são antimicrobianos efetivos em baixo pH uma vez que esta condição favorece o estado não dissociado, não carregado das moléculas que facilmente permeiam através da membrana de micro-organismos. A alta solubilidade, baixo sabor residual e de toxicidade destes conservantes

justificam sua ampla utilização em produtos de panificação (MAGAN, ARROYO e ALDRED, 2003).

2.4 Qualidade de massas de pizza

Em comparação com outros produtos de panificação, existem poucas pesquisas sobre a qualidade de massas de pizza. Mesmo em escala industrial, observa-se que é difícil manter a padronização da qualidade das massas de pizza (LARSEN, SETSER e FAUBION, 1993).

Muitos estudos envolvem formulações alternativas para a massa de pizza, recheios e embalagens, mas ainda são poucas as pesquisas sobre a tecnologia associada à fabricação de pizza, assim como são poucos os indicadores objetivos de qualidade disponíveis na literatura ou na legislação para este tipo de produto (PINHO, MACHADO e FURLONG, 2001). No entanto, alguns fenômenos podem ser explicados, por analogia, à fabricação de pão, já que os ingredientes básicos destes dois produtos são praticamente os mesmos (LARSEN, SETSER e FAUBION, 1993; WANG et al., 2005; SANTOS e MANTELLI, 2009).

A qualidade global de uma pizza depende principalmente da sua massa, pois é parte significativa do produto final (LARSEN, SETSER e FAUBION, 1993). A aparência, sabor e textura das massas de pizza são fatores importantes para sua identificação e aceitação pelos consumidores (SANTOS e MANTELLI, 2009). As propriedades das massas de pizza podem ser afetadas pelo processo de fermentação, tipo de farinha e condições de processamento (COPPOLA, PEPE e MAURIELLO, 1998), que dependem tanto de fatores relacionados à formulação, ao tamanho e formato das massas de pizza, quanto ao forno onde serão assadas (SANTOS e MANTELLI, 2009).

A exemplo da influência do processo de fermentação e do tipo de farinha na qualidade de massas de pizza, Larsen, Setser e Faubion (1993) quantificaram alterações na textura de massas de pizza prontas utilizando métodos sensoriais aplicados a provadores treinados, variando o tipo de farinha e o tempo de retardo da fermentação da massa não assada. Estas massas não assadas foram mantidas refrigeradas por um, três, cinco e sete dias, e após cada dia, as massas

de pizza foram preparadas: as massas foram divididas, abertas até espessura desejada, fermentadas em câmaras de fermentação, recheadas e assadas. Estes autores concluíram que o tipo de farinha não tem efeito significativo sobre os atributos sensoriais, enquanto que o tempo de retardo da massa não assada sob refrigeração teve efeito significativo nos atributos sensoriais da massa de pizza, como crocância e coesividade.

Em relação ao processo de fermentação, é sabido que a composição de uma cultura *starter* influencia a qualidade de produtos de panificação. Por este motivo, Coppola, Pepe e Mauriello (1998), combinando diferentes espécies de bactérias em uma cultura *starter*, obtiveram diferentes efeitos nas características microbiológicas, químicas e físicas de massas de pizza não assadas preparadas sobre as mesmas condições de processamento. A interação entre bactérias ácido-lácticas e *S. cerevisiae* influenciou o tempo de fermentação, enquanto que a associação entre espécies diferentes de bactérias ácido-lácticas resultou em efeitos interativos nas propriedades de acidificação.

No sentido de otimizar o processo de assamento de pizzas, Santos e Mantelli (2009) propuseram diferentes configurações de um forno para avaliar o impacto na qualidade de pizzas, através da seleção das melhores condições de assamento e caracterizando os mecanismos predominantes de transferência de calor. Foi observado que a convecção forçada foi o fator que mais contribuiu no melhoramento de todos os parâmetros de qualidade avaliados. A combinação das condições que resultaram na melhor qualidade das pizzas assadas foram: temperatura de 250 °C, 5 minutos de tempo de assamento e 20 Hz de frequência do sistema de ventilação, além disso, a radiação foi o mecanismo de transferência de calor predominante no sistema otimizado.

Outro estudo foi realizado por Wang et al. (2005) sobre a adição de soja às massas de pizza como alternativa para melhorar a sua qualidade protéica, com a complementação de aminoácidos essenciais, e aumentar o teor de proteínas. O uso da soja em produtos alimentícios, porém, fica limitada por motivos sensoriais: seu sabor adstringente/amargo, desagradável para muitos consumidores, é ocasionado pela atividade da lipoxigenase. Buscando atenuar estes efeitos

sensoriais em massas de pizza, os autores avaliaram como os parâmetros do processo de extrusão afetam as características sensoriais das massas de pizza, elaboradas com misturas de farinha de trigo e de soja, em diferentes proporções. As pizzas preparadas com farinha mista de trigo e soja nas proporções 90:10, tendo sido esta mistura pré-cozida por extrusão em 23 % de umidade e 80°C de temperatura de canhão, foi preferida pela equipe de provadores, em comparação com as pizzas preparadas com farinha de trigo crua e farinha mista crua de trigo e soja (90:10).

A exemplo da soja, as fibras alimentares adicionadas em massas de pizza podem vir a complementar de maneira benéfica a alimentação diária humana. O desenvolvimento de formulações alternativas para massas de pizza, portanto, pode se dar através da adição de fibras alimentares, tornando-se uma das alternativas para o aumento de fibras na dieta.

2.5 Fibras alimentares

Segundo a Legislação Brasileira, “fibra alimentar é qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano” (BRASIL, 2003).

A fibra alimentar compreende as partes comestíveis de plantas ou carboidratos análogos que o nosso intestino delgado é incapaz de digerir e absorver, e no intestino grosso é fermentada completa ou parcialmente (AACC, 2001; CHO e DREHER, 2001; BRASIL, 2003). No primeiro grupo de partes comestíveis de plantas temos lignina, celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens e outros polissacarídeos (WISEMAN, 2002). As substâncias semelhantes às fibras, os carboidratos análogos, são: inulina, fruto-oligossacarídeos, amidos resistentes e açúcares não absorvidos (ALMEIDA, 2006).

As fibras alimentares também podem ser classificadas quanto à solubilidade de seus componentes em água, sendo divididas em fibras solúveis e fibras insolúveis. As fibras solúveis contribuem, na dieta humana, com a diminuição do colesterol e glicose no sangue, e da incidência de câncer de cólon.

São exemplos de fibras solúveis: beta-glucana, polidextrose, gomas, inulina. As insolúveis, como farelo de trigo, celulose, hemicelulose, etc, por sua vez, aumentam o bolo fecal, diminuindo o tempo de trânsito intestinal, e também a incidência de câncer de cólon (MOORE, PARK e TSUDA, 1998; WANG, ROSELL e BARBER, 2002; BORDERIAS, SANCHEZ-ALONSO e PEREZ-MATEOS, 2005; CHEN, LIN e WANG, 2010; ARAVIND et. al, 2012).

As dietas pobres em fibras alimentares e carboidratos complexos e ricas em gorduras, especialmente em gorduras saturadas, tendem a ser a causa de doenças cardíacas, obesidade e câncer. A alimentação rica em fibras alimentares é importante para o bom funcionamento do intestino, perda de peso e pode reduzir os sintomas crônicos de constipação, doença diverticular, que é consequência da herniação da mucosa do intestino grosso por entre as fibras musculares da parede intestinal, doenças cardiovasculares e hemorróidas (CHO e DREHER, 2001). Para o bom funcionamento do intestino, as fibras alimentares atuam no sentido de melhorar o trânsito intestinal pelo aumento da absorção de água pelas fibras nas fezes (CHO, 2009; ARAVIND et. al, 2012). Além disso, a menor permanência do bolo fecal no intestino ou o arraste de substâncias cancerígenas pelas fibras para fora do organismo está associado com a diminuição da incidência de câncer de cólon e reto (WISEMAN, 2002; CHEN, LIN e WANG, 2010). As fibras alimentares que formam géis solúveis podem reduzir a reabsorção da bile no intestino, diminuindo o colesterol no sangue, sendo eliminada pelas fezes. As dietas ricas em fibras podem ser úteis para quem quer ou deve perder peso, pois o indivíduo leva mais tempo para comer alimentos com maior teor de fibras, estes alimentos contêm menos calorias por porção, e prolongam a sensação de saciedade. Cabe ressaltar que apesar dos muitos efeitos benéficos trazidos pelo consumo de fibras alimentares, se em excesso, por volta de 100 gramas por dia, o consumo de fibras pode acarretar efeitos negativos à saúde, como a perda de minerais pelas fezes (WISEMAN, 2002; BORDERIAS, SANCHEZ-ALONSO e PEREZ-MATEOS, 2005).

A legislação Brasileira recomenda o consumo diário de 25 gramas de fibras alimentares para uma dieta de 2.000 kcal (BRASIL, 2003). Alimentos sólidos são considerados “fontes de fibras” quando fornecerem 3 gramas de fibra alimentar

por 100 gramas de produto, e de “alto teor de fibras” quando contiverem 6 gramas de fibra por 100 gramas de produto (BRASIL, 1998).

As fibras alimentares estão entre as classes reconhecidas como favorecedoras da saúde de acordo com a Anvisa (2008) (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), e que se adicionadas ou presentes em alimentos, é possível defini-los como alimentos funcionais. Para ser considerado funcional, um alimento deve, além de contribuir nutricionalmente na dieta, apresentar uma função particular após sua ingestão, como por exemplo, ser capaz de auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares (FINLEY, 2009; MASON, 2010). A importância da inclusão da fibra alimentar na nutrição despertada por especialistas das áreas de nutrição e saúde, e também da recomendação do aumento de seu consumo, tem levado a indústria alimentícia ao desenvolvimento de novos alimentos enriquecidos com fibras (LAJOLO et al., 2001; CHO e DREHER, 2001).

2.5.1 Fibras de trigo

As fibras do trigo presentes no farelo e a farinha de trigo de grão inteiro, podem ser um suplemento natural ideal para a produção de produtos panificados enriquecidos com fibras (CHO e DREHER, 2001; SARDESAI, 2003; LEBESI e TZIA, 2011).

Entretanto, o uso de fibras do trigo em alimentos panificados pode resultar no detrimento das suas características de conservação, tecnológicas e sensoriais. Menor volume específico e textura mais densa são algumas características recorrentes em produtos integrais (POMERANZ et al., 1977; KATINA et al., 2006; MOORE et al., 2009). O aparecimento de fungos e de odores e sabores desagradáveis oriundos da rancificação ocorre devido à ação de enzimas lipolíticas provindas do gérmen ou do farelo (KOCK et al., 1999). Além disso, pela alta capacidade de absorção de água pelas fibras, produtos integrais acabam tendo seu *shelf-life* reduzido pela maior disponibilidade de água para o desenvolvimento microbiano.

Alguns autores afirmam que uma parte dos consumidores prefere produtos de farinhas brancas refinadas aos produtos integrais, pois ao perceber a textura

diferenciada dos produtos de grãos inteiros ou com fibras, os julgam menos atraentes sensorialmente. No entanto, devido aos benefícios já reportados associados ao consumo de fibras e alimentos com fibras, a melhor maneira de estimular o consumo destes produtos é melhorar suas propriedades sensoriais, principalmente os atributos de aparência e sabor (NOORT et al., 2010).

As fibras de trigo podem ser utilizadas em alimentos de diferentes formas como a farinha de trigo de grão inteiro, a farinha de trigo integral, o farelo de trigo e a fibra branca de trigo.

2.5.1.1 Farinha de trigo de grão inteiro e Farinha de trigo integral

Segundo a American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000), a definição para grãos inteiros é a seguinte: “Grãos inteiros consistem em grãos intactos, moídos, rachados, ou em flocos, cujos principais componentes anatômicos – o endosperma amiláceo, gérmen e farelo – estão presentes nas mesmas proporções relativas às existentes em grãos intactos”.

Desta forma, a moagem de grãos inteiros de trigo resultará em uma farinha dita farinha de trigo de grão inteiro. Para um alimento ser considerado produto de grão inteiro, ele deve conter pelo menos 51 % de grão inteiro em peso por porção do produto (FDA, 1999).

A textura mais densa e seca, e o amargor de produtos obtidos de grãos inteiros são fatores que influenciam novas pesquisas para a aplicação de farinha de grão inteiro de trigo, por exemplo, em produtos como massas de pizza, a fim de melhorar as características sensoriais e tecnológicas destes produtos, para conseqüente aumento do consumo de produtos com grãos inteiros (CHARALAMPOPOULOS et al., 2002; ADAMS e ENGSTROM, 2000).

Segundo a Legislação Brasileira, a farinha de trigo integral é o produto elaborado com grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum*, ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos a partir do processamento completo do grão limpo, contendo ou não o gérmen. A farinha de trigo integral deve conter um teor máximo

de cinzas de 2,5 %, teor mínimo de proteínas de 8,0 % e acidez graxa máxima de 100 mg de KOH por 100 gramas do produto (BRASIL, 2005).

Diferentemente da farinha de trigo de grão inteiro, a farinha integral de trigo se diferencia da primeira pelo fato de não conter necessariamente as mesmas proporções de todas as partes dos grãos de trigo, mais especificamente, pode ou não conter o gérmen (BRASIL, 2005).

O teor que corresponde à fibra alimentar total em farinha de trigo de grão inteiro é de 12,6 %, sendo 10,2 % à fibra insolúvel, e 2,4 % às fibras solúveis (CHO e DREHER, 2001).

Ainda existem problemas relacionados com a estabilidade que afetam a qualidade da farinha, seu prazo de validade e também problemas de logística de distribuição deste produto devido ao seu curto prazo de conservação. Na farinha de trigo integral, devido à presença do gérmen, pode ocorrer o aparecimento de sabor desagradável, aumento da acidez, susceptibilidade dos ácidos graxos às reações de oxidação e alterações das propriedades funcionais (GUTKOSKI e PEDÓ, 2000).

Montesano, Duffrin e Heidal (2006) adicionaram farinha de trigo de grão inteiro e sementes de linhaça à massa de pizza, a fim de melhorar a sua qualidade nutricional, com o aumento do teor de fibras e de ômega-3 na sua formulação. As pizzas feitas somente com farinha de trigo refinada, sem substituição por farinha de trigo integral ou linhaça, foram preferidas pelos provadores. No entanto, quando as pizzas foram servidas com molho de tomate e queijo, os provadores não detectaram diferença entre a crosta feita com farinha de trigo refinada e a crosta feita com farinha de trigo refinada (50%) e linhaça (50%). Os autores concluíram que a adição de sementes de linhaça às pizzas é possível e bem aceita pelos consumidores.

O estudo feito por Moore et al. (2009) sobre as propriedades antioxidantes de massas de pizza feitas com farinha de trigo de grão inteiro, sugere que o tamanho das partículas do farelo presente na farinha integral não teve efeito na atividade antioxidante na massa assada; porém, maiores tempos de fermentação da massa crua e maiores tempos e temperaturas de assamento dessas massas,

podem aumentar a atividade antioxidante nas massas de pizza assadas. As propriedades antioxidantes analisadas incluíram a capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC), capacidade de sequestrar radicais hidroxila (HOSC), capacidade relativa de seqüestrar radicais 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) (RDSC), capacidade de sequestrar radicais cátion 2,2-azinobis (3 etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) sal diamônio (ABTS), teor de fenólicos totais (CPT), e teor de ácido ferúlico (MOORE et al., 2009).

2.5.1.2 Fibra branca de trigo

A fibra branca de trigo é definida como sendo uma fibra alimentar clarificada, concentrada, e feita a partir do caule do trigo. Ela é considerada uma fibra insolúvel, contendo mais de 97 % de fibra alimentar; é neutra, ou seja, não interfere sensorialmente nos produtos, pois não fornece sabor, odor ou cor aos mesmos (VITACEL® WHEAT FIBER, 2010).

Feldheim e Wisker (2000) estudaram o enriquecimento de pães com fibra branca de trigo, avaliando os efeitos do consumo destes pães sobre o trânsito intestinal em pessoas idosas e aplicando um teste de aceitação. Os resultados foram que o efeito positivo no trânsito intestinal era observado quando o consumo de fibras era maior do que 4 gramas por dia. Em relação ao teste de aceitação, os pães com fibra branca tiveram a mesma aceitabilidade que os pães controle sem a adição de fibras.

2.6 Conservação de massas de pizza

Conservar um alimento consiste em manter as suas características o mais estáveis possível, evitando assim a sua deterioração física, química e/ou microbiológica (RAHMAN, 2007; GOULD, 1996; JUNIOR, 2002).

Os produtos de panificação são facilmente perecíveis e a contaminação por microrganismos, principalmente fungos, se dá na etapa de pós-processamento destes produtos, pois durante o forneamento, com o cozimento da massa, os bolores ou fungos são inativados termicamente (MAGAN, ARROYO e ALDRED, 2003). Para estes produtos, os métodos de conservação mais utilizados são a

adição de conservantes químicos à massa e a manutenção dos produtos sob refrigeração (CONTADO et al., 2009).

De acordo com a Resolução RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001a), para produtos semielaborados sem recheio, como é o caso das massas de pizza pré-assadas sem recheio, os ensaios microbiológicos e parâmetros para conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas devem ser os que constam na Tabela 1.

Tabela 1. Padrões microbiológicos sanitários para produtos semielaborados sem recheio

Micro-organismo	Tolerância para amostra representativa
	M ^(*)
<i>B.cereus</i> /g	5x10 ²
Coliformes a 45 °C/g	5x10
<i>Estaf. coag.</i> positiva/g	5x10 ²
<i>Salmonella sp</i> /25 g	Ausente

(*) M é o limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável. Em um plano de três classes, M separa o lote com qualidade intermediária aceitável do lote inaceitável. Valores acima de M são inaceitáveis.

Fonte: BRASIL (2001a)

Após pesquisa feita em mercados locais do distrito de Barão Geraldo, localizado na cidade de Campinas (SP), no período entre janeiro e fevereiro de 2011, sobre massas de pizza pré-assadas comercializadas à temperatura ambiente, verificou-se que estes produtos apresentam variável estabilidade ao armazenamento, pois os prazos de validade observados foram de 21 dias a 2 meses. Havia ainda algumas marcas que faziam uso de refrigeradores, a fim de estender a vida útil destes produtos.

As massas de pizza refrigeradas podem ser excelentes substratos para o crescimento microbiano, sendo necessárias medidas de caráter higiênico, sanitário e tecnológico para controlar este crescimento ou a sobrevivência microbiana (CABO et al., 2001). Segundo Freitas, Souza e Travassos (2004), bactérias do gênero *Staphylococcus* são capazes de sobreviver e se desenvolver em massas de pizza refrigeradas. A partir do estudo feito por Freitas et al. (2008)

concluiu-se que a nisina pode ser uma alternativa promissora para controle da sobrevivência de microrganismos patógenos em alimentos, em particular, de *Staphylococcus aureus* em massas de pizza refrigeradas.

Estudos têm sido conduzidos com a finalidade de aumentar a vida útil de pizzas semiprontas recheadas através do uso de embalagem com atmosfera modificada (EAM). A vida de prateleira de pizzas semiprontas recheadas é baixa, devido principalmente a alterações microbiológicas e físico-químicas. A fim de determinar a vida útil de pizzas semiprontas recheadas embaladas em EAM, Singh e Goyal (2010) submeteram amostras de pizza a quatro tipos de ambientes (100% ar, 100% N₂, 50% CO₂:50% N₂ e 100% CO₂), que foram armazenadas a 7 ± 1 °C. Os dados obtidos para a aceitação global foram utilizados para estabelecer a vida de prateleira do produto. A vida útil das pizzas semiprontas recheadas aumentou para 15 dias (300 % de aumento) para as amostras acondicionadas nas três condições de EAM, em relação às pizzas embaladas com 100 % de ar, que apresentaram vida de prateleira igual a 5 dias (SINGH e GOYAL, 2010). O estudo microbiológico destas amostras de pizzas, sob mesmas condições de armazenamento e constituições da atmosfera modificada da embalagem, mostrou que as contagens de coliformes, psicrotrofos e bolores e leveduras das amostras foram estatisticamente maiores para as amostras embaladas sob atmosfera 100 % ar, em comparação às demais atmosferas. Dentre os 4 tipos de atmosferas avaliados, a atmosfera de maior eficácia foi a 100 % CO₂, sendo seguida pela atmosfera 50 % CO₂:50 % N₂, 100 % N₂, e 100 % ar (SINGH, WANI e GOYAL, 2011).

Massas de pizzas foram recheadas e assadas, e então embaladas sob atmosferas modificadas: 100 % ar, 100 % N₂, 50 % CO₂:50 % N₂, e armazenadas sob temperatura de refrigeração de 7 ± 1 °C. Somente para as amostras embaladas sob atmosfera 100 % ar, o limite de aceitação sensorial foi de 15 dias de estocagem. A vida útil das pizzas assadas e recheadas aumentou para 45 dias (300 % de aumento) para as amostras acondicionadas nas três condições de EAM (SINGH, WANI e GOYAL, 2010).

Rodríguez, Medina e Jordano (2003), por sua vez, conduziram seus experimentos somente com as massas de pizza pré-assadas, que também foram submetidas a condições de embalagem sob atmosfera modificada (EAM). As condições testadas foram: 20 % CO₂:80 % N₂, 50 % CO₂:50 % N₂, 100 % CO₂, e 100 % ar (controle). Seguindo a mesma tendência dos resultados obtidos nos estudos anteriormente citados, todas as amostras estocadas sob EAM que continham CO₂ tiveram o melhor desempenho em relação as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas.

A relação entre as propriedades físico-químicas de amostras comerciais de massas de pizza semiprontas e o desenvolvimento de bolores e leveduras foi avaliada por Pinho, Machado e Furlong (2001). Foi observada correlação inversa entre o pH, índice de acidez e o número de unidades formadoras de colônias em todas as condições estudadas.

Existe um interesse renovado, portanto, nos processos de produção e conservação de alimentos que mantenham as suas características físico-químicas, sensoriais e nutricionais, proporcionando maior vida de prateleira e evitando alterações indesejáveis.

2.7 Análise Sensorial

Os testes afetivos têm por objetivo conhecer a opinião pessoal de um determinado grupo de consumidores em relação a um ou mais produtos e constituem-se uma ferramenta fundamental e valiosa no desenvolvimento, otimização e garantia da qualidade de produtos (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1999; LOPETCHARAT e McDANIEL, 2005). Essa opinião pode ser dada com relação ao produto de forma global, ou com relação a algumas características específicas do produto. Testes afetivos têm por finalidade medir atitudes subjetivas, tais como aceitação ou preferência de um produto. A tarefa do provador é indicar a preferência ou aceitação por meio de seleção, ordenação ou pontuação das amostras. Os julgadores são normalmente consumidores atuais ou potenciais do produto (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1999; LOPETCHARAT e McDANIEL, 2005). A intenção de compra do consumidor depende de quanto o

consumidor espera que o produto possa satisfazer a sua expectativa quanto ao seu uso (KUPIEC e REVELL, 2001). A primeira interação entre consumidor e produto é visual, ou seja, os atributos visuais do produto e ou da embalagem podem atraí-lo ou não. Desta interação define-se a escolha e compra, porém serão os atributos sensoriais determinantes na repetição ou não da compra.

3. JUSTIFICATIVA

Entre os produtos que se tem utilizado para inclusão de fibras na dieta estão os produtos de panificação. Isto se deve, dentre outros motivos, por estes alimentos fazerem parte da alimentação diária da população brasileira e pelo fato de que os produtos de panificação com fibras possuam aceitação positiva por parte dos consumidores em relação a outros produtos enriquecidos com fibras desenvolvidos até o momento.

O aumento do mercado de pizzas no Brasil de 5 % ao ano em vendas e a crescente preocupação da população em manter uma alimentação saudável, como também em buscar e dar preferência aos alimentos de conveniência e praticidade são indicativos de que o desenvolvimento de massas pré-assadas de pizza enriquecidas com fibras podem ter impacto positivo sobre este mercado em expansão e sobre as tendências para escolha de alimentos industrializados pelos consumidores.

4. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi estudar a aplicação de duas fontes de fibras de trigo em massas de pizza pré-assadas estocadas sob refrigeração, identificando seus efeitos sobre o processamento e as características tecnológicas, sensoriais e de conservação dos produtos; além disso, desenvolver massas de pizza pré-assadas com alto teor de fibras, com qualidades tecnológica e microbiológica aceitáveis, e sensorialmente aceitáveis pelos consumidores.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

Para a produção das massas pré-assadas de pizza foram utilizados os seguintes ingredientes e aditivos:

- Açúcar refinado – Caravelas
- Farinha de trigo Tipo 1 para pizza – Anaconda
- Farinha de trigo Integral – Anaconda
- Fermento biológico fresco – Fleischmann
- Fibra branca de trigo VITACEL® Wheat Fibre WF 600 – JRS (Alemanha) – Clariant Brasil (representante)
- Gordura para panificação Glaze Vitale 420 – Cargill
- Propionato de cálcio (anti mofo) – F.maiis® Ind. de Alimentos
- Sal refinado – Lebre
- Sorbato de potássio (anti mofo líquido) – Zimase® Produtos de Panificação

5.2 Métodos

5.2.1 Caracterização das matérias-primas

As farinhas de trigo refinada e de grão inteiro e a fibra branca de trigo foram caracterizados quanto a sua composição centesimal, granulometria e cor, de acordo com os métodos descritos nos itens 5.2.1.1 a 5.2.1.3.

As farinhas de trigo refinada e de grão inteiro também foram caracterizadas quanto aos seus teores de glúten seco e úmido, índice de glúten, *Falling Number* e propriedades reológicas, de acordo com os métodos descritos nos itens 5.2.1.4 a 5.2.1.7. A alveografia foi feita somente com a farinha de trigo refinada, como descrito no item 5.2.1.8.

As misturas da farinha de trigo refinada com diferentes proporções de farinha de trigo de grão inteiro e fibra branca de trigo, definidas no Planejamento Experimental, foram caracterizadas quanto a suas propriedades reológicas, de acordo com os métodos descritos nos itens 5.2.1.6 e 5.2.1.7.

5.2.1.1 Composição centesimal

Foram realizadas para as farinhas de trigo refinada e de grão inteiro e a fibra branca de trigo determinações dos teores de umidade (AACC 44-15.02, 2010), proteínas (AACC 46-13.01, 2010), lipídios (AACC 30-10.01, 2010), cinzas (AACC 08-01.01, 2010), fibra alimentar (AOAC 985.29 e AOAC 991.43, 1997), e carboidratos totais (calculados por diferença excetuando a fração correspondente às fibras alimentares).

5.2.1.2 Granulometria

A granulometria das farinhas de trigo refinada e de grão inteiro e a fibra branca de trigo foi determinada no equipamento Granutest modelo 295, segundo método 965.22 da AOAC (1997). As peneiras foram previamente pesadas e, em seguida, peneirou-se 100 g da farinha durante 30 minutos no conjunto de cinco peneiras arredondadas, com aberturas das malhas de 20, 35, 60, 80, 100 mesh Tyler e as quantidades retidas em cada peneira foram pesadas e expressas em porcentagem.

5.2.1.3 Cor

Para determinação da cor das farinhas de trigo refinada e de grão inteiro e a fibra branca de trigo foi utilizado o espectrofotômetro MiniScan HUNTERLAB (Reston, VA, EUA) seguindo o sistema CIELab, determinando-se os valores de L* ou luminosidade (preto 0/branco 100), a* (verde -/vermelho +) e b* (azul -/amarelo +) (MINOLTA, 1993).

5.2.1.4 Teores de glúten úmido e seco e índice de glúten

Os teores de glúten úmido e seco e o índice de glúten da farinha de trigo refinada foram determinados utilizando-se o sistema Glutomatic e Glutork, marca Perten Instruments, de acordo com o método n° 38-12.02 da AACC (2010). As equações utilizadas foram as seguintes:

$$\text{Glúten úmido (\%)} = \frac{\text{glúten úmido (g)} \times 100}{\text{amostra (g)}}$$

$$\text{Glúten seco (\%)} = \frac{\text{glúten seco (g)} \times 100}{\text{amostra (g)}}$$

$$\text{Índice de glúten (\%)} = \frac{\text{glúten que permanece no tamiz (g)} \times 100}{\text{glúten úmido total (g)}}$$

5.2.1.5 Falling Number

A atividade diastática das farinhas de trigo refinada e de grão inteiro foi analisada através do “Falling Number”, também chamado de número de queda, de acordo com o método n° 56-81.03 da AACC (2010). Foi utilizado o equipamento “Falling Number”, marca Perten Instruments, modelo 1800, utilizando-se 7 gramas de farinha corrigido para 14% de umidade.

5.2.1.6 Farinografia

A capacidade de absorção de água e as propriedades de mistura das farinhas de trigo refinada e de grão inteiro e das misturas da farinha de trigo refinada com diferentes proporções de farinha de trigo de grão inteiro e fibras brancas de trigo, definidas no Planejamento Experimental foram determinadas no farinógrafo Brabender, segundo método n° 54-21.01 da AACC (2010). Os parâmetros obtidos a partir do farinograma foram: absorção de água (%), tempo de chegada (min), tempo de desenvolvimento da massa (min), tempo de saída (min), estabilidade (min) e índice de tolerância à mistura (UF).

5.2.1.7 Extensografia

As propriedades extensográficas das farinhas de trigo refinada e de grão inteiro e das misturas da farinha de trigo refinada com diferentes proporções de farinha de trigo de grão inteiro e fibras brancas de trigo, definidas no Planejamento Experimental foram determinadas segundo o método n° 54-10.01 da AACC (2010), utilizando-se o extensógrafo Brabender. Os parâmetros avaliados foram: resistência à extensão ou elasticidade (UE), resistência máxima (UE), extensibilidade (mm) e número proporcional (D).

5.2.1.8 Alveografia

As propriedades alveográficas foram determinadas somente para a farinha de trigo refinada. Esta é a análise requerida pela Instrução Normativa n° 7, de 15 de agosto de 2001, do MAPA, para classificar os tipos de trigo e as características viscoelásticas da farinha obtida pela moagem de determinado tipo de trigo (BRASIL, 2001b).

Os parâmetros de tenacidade (P), extensibilidade (L) e força do glúten (W) da farinha de trigo refinada foram determinados segundo o método n° 54-30.02 da AACC (2010), utilizando-se o alveógrafo da marca Chopin, modelo MA95 (Villeneuve-la-Garenne Cedex, França).

5.2.2 Produção das massas de pizza pré-assadas

5.2.2.1 Formulação-base

A formulação-base utilizada na produção das massas de pizza pré-assadas encontra-se na Tabela 2 e foi baseada em levantamento de formulações de produtos comerciais e testes preliminares, onde foram testadas formulações e modo de preparo diferentes. O conservante sorbato de potássio foi aspergido nas massas e na embalagem antes da colocação dos produtos.

Tabela 2. Formulação-base para a produção das massas de pizza pré-assadas

Ingredientes	% sobre a farinha
Farinha de trigo refinada	100
Água	*
Açúcar	5
Fermento biológico fresco	5
Gordura vegetal	4
Sal	2
Propionato de cálcio	0,5

*Aprox. 60%, ajustada de acordo com a absorção farinográfica (500 UF).

5.2.2.2 Adição das fibras

Foram produzidas massas pré-assadas de pizza do tipo brotinho, com 15 centímetros de diâmetro, que pesavam em torno de 40 g. Parte da farinha de trigo refinada foi substituída por diferentes proporções de: (i) farinha de trigo de grão inteiro (0 – 90 %); e (ii) fibras brancas de trigo (0 – 10 %), nas proporções definidas no Planejamento Experimental (Tabelas 3 e 4).

Para investigar o efeito das 2 variáveis independentes: porcentagens de farinha de trigo de grão inteiro e de fibra branca de trigo na reologia das misturas de farinha de trigo refinada e fibras e nas características das massas pré-assadas de pizza foi aplicado um delineamento estatístico do tipo composto central rotacional (DCCR) (RODRIGUES & IEMMA, 2009), 2^2 com 4 ensaios nos pontos axiais e 3 ensaios nos pontos centrais, totalizando 11 ensaios (Tabela 4). Foram preparadas, além dos ensaios previstos através do Planejamento Experimental, 2 formulações controle: umas delas com 100% de farinha de trigo refinada (FC1), e a outra com 100% de farinha de trigo de grão inteiro (FC2), para fins de comparação (Tabela 4).

Os níveis codificados ($-\alpha$, -1, 0, +1, $+\alpha$) e os valores reais correspondentes encontram-se na Tabela 3. Os níveis foram estabelecidos com base no teor de fibras teórico do produto final e visando obter formulações com alegação de alimento de grão inteiro, ou seja, com no mínimo 51% de grão inteiro.

Tabela 3. Valores utilizados em cada nível do DCCR

Variáveis	Símbolos	Níveis variáveis codificadas				
		-1,41	-1	0	1	1,41
x1 = Farinha de trigo de grão inteiro	FTGI	0	13,1	45,0	76,9	90
x2 = Fibra branca de trigo	FBT	0	1,5	5,0	8,6	10

Tabela 4. Ensaios do Planejamento Experimental com os níveis codificados e reais das variáveis independentes e teor de fibra teórico no produto final

Ensaio	Variáveis independentes				Farinha de trigo	Teor de fibra no produto final (%)*
	Níveis codificados		Níveis reais			
	x1	x2	FTGI	FBT		
1	-1	-1	13,1	1,5	85,4	3,2
2	1	-1	76,9	1,5	21,6	6,1
3	-1	1	13,1	8,6	78,3	7,2
4	1	1	76,9	8,6	14,5	10,1
5	-1,41	0	0,0	5,0	95,0	4,6
6	1,41	0	90,0	5,0	5,0	8,7
7	0	-1,41	45,0	0,0	55,0	3,8
8	0	1,41	45,0	10,0	45,0	9,5
9 (C)	0	0	45,0	5,0	50,0	6,6
10 (C)	0	0	45,0	5,0	50,0	6,6
11 (C)	0	0	45,0	5,0	50,0	6,6

(C): Pontos centrais; *cálculo teórico, considerando o teor de fibra alimentar das matérias-primas e a perda de massa no processo.

A quantidade de água a ser acrescentada a cada formulação foi determinada em função da absorção de água farinográfica determinada para as misturas de acordo com o item 5.2.1.6. A consistência ótima dos ensaios foi ajustada de acordo com a absorção farinográfica em torno das 500 Unidades Brabender.

O cálculo de fibra alimentar teórico apresentado foi feito considerando que a farinha de trigo refinada possui 2,57 % de fibra, a farinha de trigo de grão inteiro 9,38 %, a fibra branca 88,13 %, e a perda de água por evaporação no forneamento (pré-assamento) de 19 %.

5.2.2.3 Processamento

Os ingredientes foram misturados em uma masseira automática espiral (modelo HAE10, Indústria de Máquinas Hyppolito Ltda., Ferraz de Vasconcelos, SP) em velocidade baixa por aproximadamente 3 minutos, e em velocidade alta até o desenvolvimento ótimo do glúten. Massas de 50 ± 1 g foram separadas, boleadas e submetidas à 1ª fermentação em câmara climática para fermentação

Evolution (modelo Super Freezer, Super Freezer Refrigeração Ltda., Poços de Caldas, MG), a 30 °C e 80 % U.R., por 40 minutos. Logo após, cada bola foi esticada manualmente com rolo até se aproximar de um molde circular de 15 cm de diâmetro. Estas massas foram levadas para a 2ª fermentação em câmara climática a 30 °C e 80 % U.R., e permaneceram por mais 20 minutos.

As massas de pizza foram então pré-assadas em forno de lastro Haas Technik (modelo Ipanema IP 8/40, Haas do Brasil Indústria de Máquinas Ltda., Curitiba, PR), a 180 °C (temperatura de lastro) e 180 °C (temperatura de teto), por 10 minutos.

Após o forneamento, as massas de pizza pré-assadas foram resfriadas por 2 horas. Foi aspergido sorbato de potássio em solução alcoólica na superfície de cada unidade de massa de pizza e dentro de cada embalagem. As massas foram então embaladas em conjuntos de 10 unidades em sacos de polipropileno (25 cm x 35 cm), e estocadas sob temperatura de refrigeração (em torno de 5°C), até a realização das análises.

5.2.3 Caracterização das massas de pizza pré-assadas

As massas de pizza pré-assadas foram caracterizadas nos dias 1, 5, 10, 15, 30, 44 e 57 após o processamento (sendo o tempo zero, o dia em que foram fabricadas as massas de pizza pré-assadas), de acordo com as análises descritas nos itens 5.2.3.1 a 5.2.3.7.

5.2.3.1 pH e acidez total titulável

O pH foi determinado em potenciômetro, previamente calibrado com os padrões de pH 4 e 7 pelo método n° 943.02 da AOAC (1997), e a acidez total titulável foi quantificada em três subamostras de 10 g diluídas com 90 ml de água, pelo método titulométrico com solução de NaOH a 0,1N, usando como indicador solução de fenolftaleína a 1%.

5.2.3.2 Umidade

A umidade foi determinada pelo método 44-15.02 da AACC (2010).

5.2.3.3 Atividade de água

A atividade de água foi medida no aparelho AquaLab digital, modelo CX-2, fabricado pela Decagon, segundo orientações do fabricante (AQUALAB, 2000).

5.2.3.4 Volume específico

O volume das massas de pizza foi medido pelo método de deslocamento de sementes de painço, e o peso, em balança semi-analítica. O volume específico é a relação entre o volume ocupado pela massa e seu peso, em unidades de mL/g. Este procedimento foi adaptado do método 10-05.01 da AACC (2010).

5.2.3.5 Dimensões das massas de pizza pré-assadas

As dimensões diâmetro e espessura das massas de pizza pré-assadas foram determinadas com régua e paquímetro, respectivamente. Para a espessura, em milímetros, foram tomadas medidas de 5 pontos distintos da massa como mostrado na Figura 1(a). Para o diâmetro, também em milímetros, foram feitas quatro medidas que passam pelo centro da massa, cada uma delas com diferença de 30° umas das outras (Figura 1(b)).

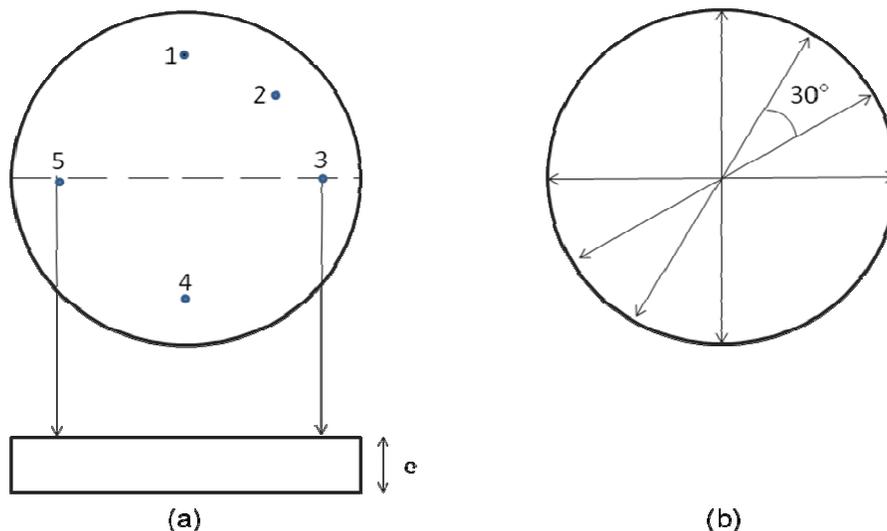


Figura 1. Dimensões das massas de pizza pré-assadas: (a) Medidas de espessura; (b) Medidas de diâmetro

5.2.3.6 Cor

Para a determinação da cor das massas pré-assadas de pizza foi utilizado o espectrofotômetro MiniScan HUNTERLAB (Reston, VA, EUA), seguindo o sistema CIELab, determinando-se os valores de L* ou luminosidade (preto 0/branco 100), a* (verde -/vermelho +) e b* (azul -/amarelo +) (MINOLTA, 1993).

5.2.3.7 Textura

A metodologia utilizada para a avaliação da textura instrumental das massas de pizza no texturômetro TA-XT2 é aplicada geralmente para *tortillas*. Optou-se pela aplicação desta metodologia pela semelhança dos dois produtos em relação à estrutura física: trata-se de massas em formato de discos com espessura reduzida. Esta metodologia consiste na ação de um *probe* esférico de 1" ou 2,54 cm sobre as massas de pizza até seu rompimento. A seqüência da análise pode ser vista na Figura 2.

A medida instrumental de textura das massas de pizza foi avaliada no texturômetro TA-XT2, marca Stable Micro Systems (Surrey, Inglaterra). As condições empregadas neste teste foram: probe esférico de acrílico de 2,54 cm; distância = 40 mm; velocidade de pré-teste = 1 mm/s; velocidade de teste = 1 mm/s e velocidade de pós-teste = 10,0 mm/s, força = 25 g, com medida de força em compressão, segundo orientações do fabricante (STABLE MICRO SYSTEMS, 2011).

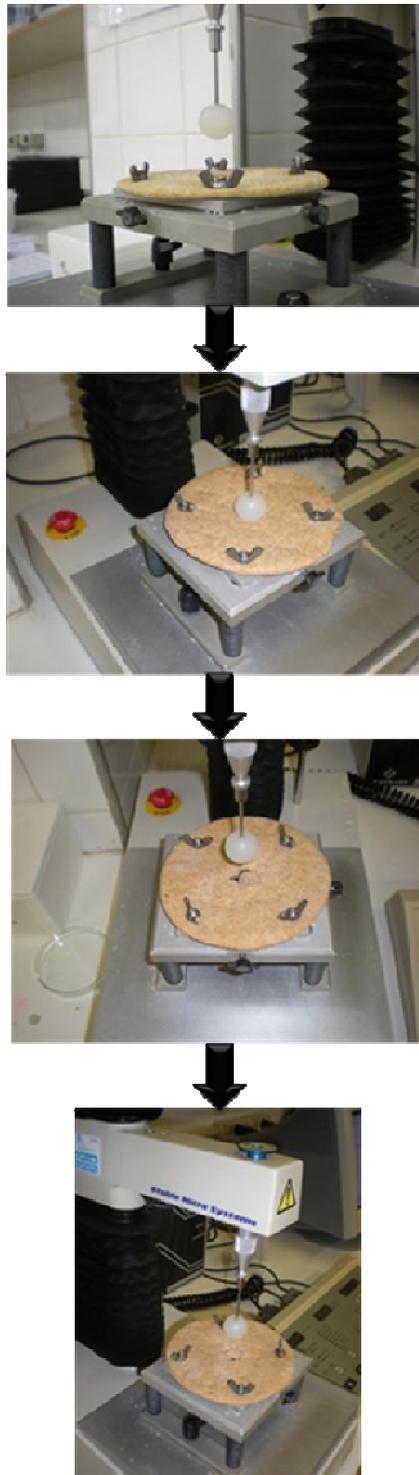


Figura 2. Demonstração da análise de textura instrumental das massas de pizza pré-assadas

5.2.4. Qualidade microbiológica

A avaliação da qualidade microbiológica das massas de pizza pré-assadas estocadas sob refrigeração foi feita por 2 meses, nos dias 2, 6, 11, 16, 31, 45 e 58 após o processamento (sendo o tempo zero, o dia em que foram fabricadas as massas de pizza pré-assadas), através de: (i) contagem total (AACC 42-11.01, 2010); (ii) coliformes totais (AACC 42-15.01, 2010); (iii) bolores e leveduras (AACC 42-50.01, 2010); e (iv) microorganismos psicrótróficos (AACC 42-45.01, 2010).

5.2.5 Análise sensorial

Com base nos resultados obtidos nos ensaios do Planejamento Experimental, as massas de pizza foram submetidas a dois testes distintos para avaliação sensorial. Foram avaliados os 3 ensaios com os melhores resultados na avaliação tecnológica e de conservação, além da formulação controle com 100% farinha de trigo refinada para pizza (FC). Foi feito um novo processamento para cada um dos testes de aceitação sensorial, que foram realizados em dias diferentes, com duas semanas de intervalo entre os testes. Participaram em ambos os testes, voluntariamente, 60 provadores não-treinados e consumidores de pizza.

Na primeira avaliação sensorial as amostras de massas de pizza pré-assadas foram servidas individualmente em embalagens plásticas codificados com números de 3 dígitos aleatórios, de forma monádica, em cabines individuais com iluminação por luz branca. Estas amostras foram avaliadas quanto à aceitação dos atributos: cor, aparência e impressão global, utilizando escala linear não estruturada de 9 cm (1 = “desgostei muito” a 9 = “gostei muito”). A intenção de compra foi avaliada, com o uso de escala de 5 pontos (1 = “certamente não compraria” a 5 = “certamente compraria”). As massas de pizza pré-assadas foram analisadas após 10 dias de fabricação, com a intenção de reproduzir o que pode ocorrer na comercialização destes produtos.

Na segunda avaliação sensorial, as massas de pizza pré-assadas foram acrescidas de 15 g de molho de tomate, 25 g de queijo mussarela e 1 pitada de orégano desidratado e reassadas por 4 minutos em forno elétrico a 200 °C. Estas

amostras foram servidas quentes, em pratos plásticos codificados com números de 3 dígitos aleatórios, de forma monádica, em cabines individuais com iluminação por luz branca. O teste de aceitação foi aplicado para avaliar os atributos: aparência, sabor e textura, e impressão global, utilizando escala linear não estruturada de 9 cm (1 = “desgostei muito” a 9 = “gostei muito”). Também foi avaliada a intenção de compra, com o uso de escala de 5 pontos (1 = “certamente não compraria” a 5 = “certamente compraria”). As massas de pizza pré-assadas recobertas também foram analisadas após 10 dias de fabricação.

As fichas de avaliação e os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE), aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP das duas avaliações sensoriais, assim como a carta de aprovação de ambas as avaliações pelo mesmo comitê constam nos Anexos AA ao AE.

5.2.6 Forma de análise dos resultados

Os resultados das médias dos dados das características de qualidade das massas de pizza pré-assadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para estudar as variáveis independentes x1 (farinha de trigo de grão inteiro) e x2 (fibra branca de trigo). Seus efeitos foram avaliados segundo a metodologia de superfície de resposta utilizando-se o programa Statistica 7.1 (StatSoft, EUA). A partir dos resultados obtidos, foram definidas as condições otimizadas de acordo com o objetivo do trabalho. A fim de confirmar experimentalmente os resultados obtidos pela análise de superfície de resposta foi feita a validação experimental das condições otimizadas (ponto ótimo).

Os resultados obtidos no teste de aceitação foram analisados por ANOVA/teste de Tukey ($p < 0,05$) para a comparação das médias, utilizando-se o programa SAS[®] 9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, EUA). Para o teste de intenção de compra foi realizada análise de frequência das respostas dos consumidores.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização das matérias-primas

A qualidade de todo produto está ligada diretamente à qualidade das suas matérias-primas. Para as massas de pizza não poderia ser diferente, por isso a importância da avaliação das suas matérias-primas majoritárias, que são, neste estudo: (i) a farinha de trigo refinada para pizza; (ii) a farinha de trigo de grão inteiro; e (iii) a fibra branca de trigo. A seguir estão os resultados das análises de caracterização, obtidos para cada uma das três matérias-primas. Parte destas análises são requisitos para classificação do tipo de farinha utilizada de acordo com a legislação brasileira.

6.1.1 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal obtidos para as matérias-primas utilizadas neste trabalho: farinhas de trigo refinada para pizza (FTR) e de grão inteiro de trigo (FTGI) e para a fibra branca de trigo (FBT) estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Composição centesimal das matérias-primas

Composição (%)	FTR	FTGI	FBT
Umidade	12,42 ± 0,06	11,70 ± 0,05	6,08 ± 0,10
Proteínas	12,84 ± 0,20	14,13 ± 0,27	0,72 ± 0,06
Lipídios	1,35 ± 0,07	2,71 ± 0,13	1,39 ± 0,31
Cinzas	0,55 ± 0,02	1,39 ± 0,00	0,51 ± 0,03
Carboidratos *	70,27	60,69	3,17
Fibra alimentar	2,57 ± 0,05	9,38 ± 0,29	88,13 ± 0,22

Cada valor representa a média de três repetições ± desvio padrão; *calculado por diferença; FTR = farinha de trigo refinada para pizza; FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo

Segundo a Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005, a farinha de trigo do tipo I deve ter teor de umidade máximo de 15,0%, teor de proteína mínimo de 7,5% (base seca) e teor de cinzas inferior a 0,8% (base seca) (BRASIL, 2005).

A partir daí, pode-se afirmar que a farinha de trigo refinada para pizza avaliada atende aos requisitos de classificação pela legislação brasileira, sendo classificada como tipo I.

O conteúdo de umidade da farinha não deve ser alto, pois o excesso de água pode ser veículo de reações químicas indesejáveis e proliferação de micro-organismos contaminantes, ou seja, a umidade em torno de 13% favorecerá o maior tempo de estabilidade desta farinha com a estocagem (KENT, 1983).

O teor de proteínas e a sua qualidade na farinha de trigo refinada tem consequência na qualidade dos produtos panificação, e, portanto, importância comercial (GUPTA, 2011; GARÓFALO et al., 2011; GOESAERT et al., 2005). Para a produção de produtos de panificação ou daqueles que tem como base a farinha de trigo refinada, o valor adequado de proteína é em média 10,8 – 11,3 % para o seu emprego na produção de pães pelo processo de desenvolvimento mecânico e entre 11,8 – 12,3 % pelo processo fermentativo (KENT, 1983).

Por sua vez, o teor de cinzas na farinha de trigo refinada é o principal parâmetro de identidade dos tipos de farinha produzidos comercialmente no Brasil: está relacionado com o grau de extração realizado pela indústria moageira, como também é determinante na destinação do uso da farinha (EL-DASH, CAMARGO e DIAZ, 1982, TANHEHCO e NG, 2008).

Comparando-se a composição centesimal da farinha de trigo refinada utilizada neste trabalho, observa-se que os teores de umidade ($12,42\% \pm 0,06$) e proteínas ($12,84\% \pm 0,20$) aproximaram-se dos obtidos por Flander et al. (2011) (12,1 e 12,9 %); os valores de cinzas ($0,55\% \pm 0,02$) e lipídios ($1,35\% \pm 0,07$) acercaram-se aos de Almeida (2006) (0,55 e 1,08 %); e carboidratos (70,27%) estão próximos aos obtidos por Silva (2007) (72,95 %).

Baseando-se na definição dada pela Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005, a farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) utilizada neste trabalho pode ser classificada como tipo integral.

Por se tratar de um produto de grão inteiro, a FTGI possui alto teor de lipídios, assim como de enzimas que hidrolisam estes lipídios, que podem ser disponibilizadas no processo de moagem, já que o grão inteiro é moído (KENT,

1983). A ação destas enzimas pode acelerar o processo de rancificação dos lipídios, afetando a estabilidade da farinha, com a diminuição do seu *shelf life*. Uma alternativa para a inativação destas enzimas, como a lipase, é o tratamento térmico desta farinha (SHARMA et al., 2011).

Por sua vez, o teor de cinzas na FTGI também é maior, devido a presença do farelo, que é a principal fonte de sais minerais do grão como sulfato de potássio, fosfato de potássio, magnésio e cálcio (KENT, 1983).

Matz (1992) reuniu de diversas fontes, dados sobre a composição centesimal do grão de trigo, a partir daí pode-se fazer uma comparação com os resultados acima expressos, pois a matéria-prima analisada trata-se do grão de trigo inteiro moído. Desta forma, a FTGI analisada apresentou teor de umidade (11,7%), proteínas (14,13 %), cinzas (1,39 %) e carboidratos (60,69 %) similares ao citado por Matz (1992) e Yadav et al. (2010). Os resultados para lipídios e cinzas foram de 2,71% e 1,39%, enquanto Akhtar et al. (2008) obtiveram valores próximos, de 2,24 % e 1,62 %.

A composição da fibra branca de trigo (Tabela 5) mostra que a maior parte de sua composição é de fibras alimentares, representando 88,13% da amostra, valor muito próximo ao determinado pelo fabricante, que deve ser no mínimo 89,24% da amostra. As quantificações de proteínas ($0,72\% \pm 0,06$) e cinzas ($0,51\% \pm 0,03$) estão dentro ou próximas do especificado pelo fabricante (0,4% para proteínas e no máximo 3% de cinzas), enquanto que o teor de lipídios da amostra analisada ($1,39\% \pm 0,31$) foi bem diferente do determinado pelo fabricante (0,2%).

O conteúdo de fibras alimentares das farinhas de trigo refinada para pizza e de grão inteiro, e da fibra branca de trigo foi de 2,57%, 9,38%, 88,13%, respectivamente.

De acordo com Dreher (2001), para farinha de trigo refinada com 11,2% de umidade, o teor de fibra alimentar é de 2,7%; e para farinha de trigo de grão inteiro com 11,5% de umidade, o teor de fibra alimentar é igual a 12,6%. Sardesai (2003) obteve valores médios dos teores de fibra alimentar na farinha de trigo de grão inteiro e refinada, que foram: 12,8% e 3,3% respectivamente. Charalampopoulos,

Pandiella e Webb (2002) determinaram no grão de trigo cerca de 12% de fibra alimentar. O teor de fibra alimentar determinado para a farinha de trigo refinada para pizza foi próximo aos encontrados na literatura, porém, o teor de fibra na farinha de trigo de grão inteiro é menor que os reportados na literatura.

6.1.2 Granulometria

Os resultados da análise granulométrica das farinhas de trigo refinada para pizza (FTR) e de grão inteiro (FTGI) e da fibra branca de trigo (FBT) apresentados na Tabela 6 mostram que para FTR, cerca de 65,5% das partículas passaram da peneira de 60 mesh. Este valor foi abaixo do estabelecido pela legislação vigente - Instrução Normativa nº 8 – onde 95% do produto deveriam passar pela peneira de abertura de malha de 0,25 mm ou 60 mesh.

O tamanho das partículas de farinha de trigo está ligado à capacidade de absorção de água pelas mesmas, para formação de massas coesas e plásticas. Partículas menores têm área de superfície total maior, e por isto, a taxa de hidratação desta farinha é maior, quando comparadas a farinhas com tamanho de partículas maiores. A mais rápida absorção de água pela farinha faz com que se alcance mais rapidamente o estágio onde o trabalho pode ser aplicado para o desenvolvimento da rede de glúten (EL-DASH, CAMARGO e DIAZ, 1982). A granulometria pode ser considerada uma característica de qualidade da farinha de trigo e seu efeito se dá sobre o potencial de panificação e sobre os atributos dos produtos acabados (PRASOPSUNWATTAN et al., 2009).

A farinha de trigo de grão inteiro apresentou granulometria variável, devido principalmente à presença das camadas mais externas do grão, que tendem a permanecer como partículas mais grossas e maiores. Aproximadamente 86% da farinha obtida ficou retida entre as peneiras de 20 e 100 mesh e o restante (~ 14%) apresentou granulometria inferior a 100 mesh. Não há na legislação vigente o limite de tolerância de granulometria para farinha de trigo integral.

Muitos estudos avaliam os efeitos da adição de frações do farelo de trigo a produtos de panificação, inclusive a influência do tamanho das partículas, porém, Noort et al. (2010) constataram que os resultados destes estudos são

contraditórios entre si, pois há variação das variedades de trigo utilizadas, da definição de farelo e das condições de processamento dos produtos, assim como o uso de diferentes ingredientes e aditivos para compensação do efeitos negativos provindos da adição de fibras.

Cerca de 97% das partículas da fibra branca de trigo possuem granulometria menor que 0,15 mm, ou seja, a granulometria deste produto é homogênea.

Tabela 6. Granulometria das matérias-primas

Mesh	Abertura (mm)	% retida		
		FTR	FTGI	FBT
20	0,84	1,36 ± 0,17	2,21 ± 0,07	0,59 ± 0,20
35	0,50	0,67 ± 0,09	5,72 ± 0,05	0,20 ± 0,05
60	0,25	32,47 ± 3,05	34,67 ± 0,98	0,46 ± 0,04
80	0,18	31,23 ± 0,06	29,66 ± 1,12	1,31 ± 0,46
100	0,15	22,95 ± 1,93	14,30 ± 5,20	0,39 ± 0,24
fundo	-	11,38 ± 2,76	13,77 ± 6,77	97,04 ± 0,88

Cada valor representa a média de três repetições ± desvio padrão; FTR = farinha de trigo refinada para pizza; FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo

6.1.3 Cor

Os resultados da cor das farinhas de trigo refinada para pizza (FTR) e de grão inteiro (FTGI) e da fibra branca de trigo (FBT) estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Parâmetros L*, a* e b* da cor das matérias-primas

Amostra	L*	a*	b*
FTR	93,91 ± 0,06	1,05 ± 0,07	11,37 ± 0,11
FTGI	80,47 ± 0,24	3,83 ± 0,11	13,48 ± 0,15
FBT	94,78 ± 0,20	0,24 ± 0,01	6,01 ± 0,08

Cada valor representa a média de seis repetições ± desvio padrão; FTR = farinha de trigo refinada para pizza; FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo

A análise visual evidencia que as amostras tem diferença quanto as suas cores: a farinha de trigo refinada para pizza (FTR) e a fibra branca de trigo (FBT) são mais claras e tendem para a cor branca, já a farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) é mais escura, tendendo para a coloração marrom, devido a presença do farelo. A avaliação instrumental confirma esta impressão visual, já que, em relação ao parâmetro L^* , que representa a luminosidade de uma amostra, variando dentro de uma escala de 0 (preto) a 100 (branco), as amostras FTR e FBT tem valores mais altos, portanto, pode-se dizer que são mais claras. A FTGI, por sua vez, possui o menor valor de L^* , desta forma, é mais escura que as demais. Os parâmetros a^* (+a=vermelho, -a=verde) e b^* (+b=amarelo, -b= azul) evidenciam que a amostra de FTGI possui tom vermelho e amarelo mais intensos que as demais, pois seus valores são maiores que os obtidos para FTR e FBT, fato que se relaciona com a coloração marrom da FTGI.

6.1.7 Teores de glúten úmido e seco e índice de glúten

A determinação dos teores de glúten úmido e seco e índice de glúten foi realizada somente para a farinha de trigo refinada para pizza (FTR), pois segundo Silva (2007), este tipo de análise para a farinha de trigo de grão inteiro fornece resultados errôneos, devido a presença de fibras insolúveis, que seriam consideradas nos resultados dos parâmetros, uma vez que as proteínas que formam o glúten também são insolúveis em solução salina. A Tabela 8 mostra os teores de glúten úmido e seco, e o valor do índice de glúten (IG) da FTR. Segundo Pizzinatto (1999), a FTR analisada pode ser classificada como tendo qualidade muito boa para panificação, pois o IG é maior que 90.

Tabela 8. Teores de glúten úmido e seco e índice de glúten da FTR

Parâmetros	
Glúten úmido (%)	25,63 ± 0,26
Glúten seco (%)	8,84 ± 0,18
Índice de glúten	97,63 ± 2,36

Cada valor representa a média de três repetições ± desvio padrão; FTR = farinha de trigo refinada para pizza

6.1.8 *Falling number*

Os resultados do *Falling Number* (FN) ou número de queda das farinhas de trigo refinada para pizza (FTR) e de grão inteiro (FTGI) foram $410,00 \pm 8,29$ s e $430,33 \pm 11,93$ s, respectivamente. A análise FN é uma medida indireta e inversamente proporcional à atividade de enzima α -amilase nas farinhas, e pode ser usada como um indicativo de qualidade da farinha para panificação. Um valor de FN entre 200 e 300 s indica uma farinha com atividade normal de α -amilase e boa qualidade de panificação. Valores inferiores a 150 s indicam alta atividade de α -amilase e produção de pães com miolos pegajosos. Altos valores de FN, maiores que 300 s, indicam pouca atividade de α -amilase, insuficiente para produzir pães com boas características de volume e textura do miolo (PIZZINATTO, 1999; GOESAERT et al., 2005), sendo neste caso necessária suplementação com α -amilase fúngica, por exemplo. Os valores obtidos para as FTR e FTGI foram maiores que 300 s, indicando farinhas com baixa atividade da enzima α -amilase. Alava, Millar e Salmon (2001) também encontraram para diversas variedades de trigo valores altos de FN. Para massas de pizza, porém, não é essencial a presença da enzima, pois o volume não é fator de qualidade como é para produtos como os pães. A leitura do FN para a farinha de trigo de grão inteiro pode ser errônea ou poderia ter uma classificação diferente, já que o teor de amido é diluído e as fibras podem também afetar a viscosidade da suspensão.

6.1.9 Alveografia

Os resultados da alveografia da farinha de trigo refinada para pizza (FTR) dos parâmetros trabalho mecânico (W), tenacidade (P), extensibilidade (L), e da relação P/L foram, respectivamente, 236×10^{-4} J; 105 mm; 53 mm; e 1,98. No Anexo B consta o alveograma obtido.

Comparando-se o resultado do trabalho mecânico (W) da amostra analisada com os parâmetros propostos pela legislação vigente para classificação do trigo, observa-se que o trigo que compõe esta farinha está entre a classificação de trigo pão e melhorador. Segundo Pizzinatto (1999), esta farinha pode ser

considerada como melhoradora e seu uso pode ser em conjunto com outras farinhas mais fracas. Analisando-se a relação P/L, que indica a relação entre a elasticidade e extensibilidade da massa formada, pode-se dizer que o valor ideal de P/L de uma farinha para a fabricação de massas de pizza seria abaixo de 1, pois o que se deseja é maior extensibilidade da massa para facilitar a sua abertura. Apesar disso, o resultado obtido foi quase 2, ou seja, a massa apresentou maior elasticidade, mostrando que esta farinha não seria a mais apropriada para massas de pizza, pois quando formada a massa, ela tenderá a encolher.

6.1.10 Farinografia

As propriedades de massa de farinhas de trigo são comumente avaliadas através da análise de farinografia, e esta propriedade de formação de massa está relacionada com a formação da rede de glúten, que é desenvolvida através de trabalho mecânico sobre farinha de trigo misturada com água (GOESAERT et al., 2005; CORNELL e HOVELING, 1998). Na Tabela 9 estão apresentados os resultados dos parâmetros farinográficos das farinhas de trigo refinada para pizza (FTR) e de grão inteiro (FTGI).

Tabela 9. Parâmetros farinográficos das farinhas

Parâmetros	FTR	FTGI
Absorção de água (%)	63,1	68,0
Tempo de desenvolvimento da massa (minutos)	5,9	10,1
Estabilidade (minutos)	6,9	4,3
Índice de tolerância à mistura (UF*)	45,0	32,0

Cada valor representa a média de duas repetições; FTR = farinha de trigo refinada para pizza; FTGI = farinha de trigo de grão inteiro

A FTR utilizada neste trabalho apresentou absorção de água igual a 63,1%, que está entre os valores obtidos por Delahaye, Jiménez e Perez (2005), Tarar et al. (2010) e Almeida (2006), que foram: 60,4%, 64,5% e 66,8%, respectivamente. Com relação aos demais parâmetros, juntamente com a absorção, segundo Pizzinatto (1999), caracterizam uma farinha classificada como forte.

A absorção de água da FTGI foi maior (68%), devido à maior capacidade de retenção de água pelas fibras, além disso, o maior tempo de desenvolvimento da massa formada com FTGI também é justificado pela presença de fibras na amostra, já que as fibras retardam as taxas de hidratação e desenvolvimento do glúten, resultados confirmados nos trabalhos de Almeida (2006), de Pereira et al. (2009) e de Barros, Alviola e Rooney (2010).

Em relação à estabilidade da massa formada, a FTR apresentou maior estabilidade (6,9 minutos) quando comparada com a FTGI (4,3 minutos), fato que pode ser explicado também pela presença de fibras na FTGI, as quais diluem a rede de glúten, diminuindo sua resistência à mistura (ZHANG e MOORE, 1997; PEREIRA et al. 2009). Almeida (2006) obteve para a farinha de trigo refinada valor de estabilidade igual a 12,25 min, enquanto que para o sistema farinha de trigo e fontes de fibra relatou valores que variaram entre 4,75 e 8,75 min. Pereira et al. (2009) obtiveram para farinha de trigo de grão inteiro cerca da metade do tempo de estabilidade obtido para a farinha de trigo refinada, 6,1 min e 12,8 min, respectivamente.

O índice de tolerância à mistura (ITM) da FTGI e da FTR foram 32UF e 45UF, respectivamente. O ITM da FTGI foi menor maior, indicando maior resistência à mistura, quando comparado ao ITM da FTR. Wang, Rosell e Barber (2002) verificaram que o índice de tolerância à mistura da massa foi reduzido pela adição das fibras analisadas (*locust bean gum* ou goma jataí, fibra de ervilha e inulina), e a extensão desta diminuição dependeu da fibra estudada.

6.1.11 Extensografia

No teste do extensógrafo, as características da massa são medidas em diferentes períodos de descanso, o que permite avaliar a influência do tempo de fermentação no desempenho da farinha em panificação (PIZZINATTO, 1990). A resistência máxima e a área sob a curva do extensograma podem ser usados como indicadores da força da massa (ZHANG e MOORE, 1997), relacionado com a elasticidade e extensibilidade da massa formada (CHINACHOTI e VODOVOTZ, 2001).

Os resultados dos extensogramas após 135 minutos de descanso das massas na Tabela 10 mostram que a farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) é mais elástica (resistência à extensão maior) e menos extensível (extensibilidade menor) que a farinha de trigo refinada para pizza (FTR). Isto ocorre com a FTGI, pois a consistência da sua massa é afetada pela presença das fibras. O aumento da consistência da massa formada com a FTGI pode ser confundido com a maior força da FTGI, porém esta afirmação é equivocada, pois o glúten é diluído pelas fibras. A FTR apresentou resistência à extensão (R) igual a 360 UE, e a relação R/E igual a 1,9, parâmetros que a classificam como uma farinha de força média (PIZZINATTO, 1999). Segundo Pizzinatto (1999), farinhas que apresentam média resistência à extensão (R), entre 130 e 560 UE, são indicadas para produção de pizzas.

Tabela 10. Parâmetros extensográficos após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas

Parâmetros	45 minutos		90 minutos		135 minutos	
	FTR	FTGI	FTR	FTGI	FTR	FTGI
Resistência à extensão (R) (UE)	310	568	370	662	360	710
Resistência máxima (Rm) (UE)	381	593	413	731	485	775
Extensibilidade (E) (mm)	174	120	181	117	192	115
Número proporcional (D=R/E)	1,8	4,7	2,0	5,7	1,9	6,2

Cada valor representa a média de duas repetições; FTR = farinha de trigo refinada para pizza; FTGI = farinha de trigo de grão inteiro

6.2 Caracterização das misturas da farinha de trigo refinada com diferentes proporções de farinha de trigo de grão inteiro e fibra branca de trigo

6.2.1 Farinografia

A Tabela 11 mostra os resultados da absorção de água e propriedades de mistura das combinações de farinha de trigo refinada para pizza e as fontes de fibra alimentar, as quais também podem ser visualizadas através dos farinogramas apresentados nos Anexos CA até CC.

Tabela 11. Absorção de água e propriedades de mistura das combinações de farinha de trigo refinada para pizza e as fontes de fibra alimentar

Ensaio	FTGI	FBT	Parâmetros farinográficos					
			Abs (%)	Tc (min)	Td (min)	Ts (min)	Est (min)	ITM (UF)
1	-1	-1	65,8	4,00	6,88	11,13	6,88	40
2	1	-1	67,6	7,00	9,00	13,63	6,63	30
3	-1	1	68,2	6,75	10,00	14,88	8,13	29
4	1	1	71,0	16,25	17,50	23,00	6,75	20
5	-1,41	0	66,2	4,50	8,13	11,38	6,88	35
6	1,41	0	68,3	12,13	13,50	16,25	4,13	20
7	0	-1,41	66,2	5,00	7,13	11,50	6,50	40
8	0	1,41	68,6	12,00	13,75	17,75	5,75	25
9	0	0	67,7	6,75	9,00	13,25	6,50	23
10	0	0	67,7	6,50	8,88	13,38	6,88	25
11	0	0	67,7	6,75	8,75	13,13	6,38	35
FC1	-	-	63,1	2,00	5,88	9,00	6,88	45
FC2	-	-	68,0	8,75	10,13	13,00	4,25	32

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; ABS = absorção de água; Tc = tempo de chegada; Td = tempo de desenvolvimento da massa; Ts = tempo de saída; Est = estabilidade; ITM = índice de tolerância à mistura; UF = unidades farinográficas

6.2.1.1 Absorção de água

Baseando-se nos resultados de absorção de água apresentados na Tabela 11 foi realizada a avaliação estatística para esta resposta. Analisando-se os coeficientes de regressão apresentados na Tabela 12, verificou-se que o efeito linear da FTGI e da FBT tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 12. Coeficientes de regressão para a resposta absorção de água (%) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	67,70	0,40	168,66	0,00	66,89	68,51
FTGI linear*	0,95	0,25	3,85	0,01	0,45	1,44
FTGI quadrático	-0,02	0,29	-0,06	0,95	-0,61	0,57
FBT linear*	1,15	0,25	4,68	0,01	0,65	1,64
FBT quadrático	0,06	0,29	0,19	0,86	-0,53	0,65
FTGI x FBT	0,25	0,35	0,72	0,50	-0,45	0,95

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Absorção de água (\%)} = 67,73 + (0,95 * \text{FTGI}) + (1,15 * \text{FBT})$$

A Tabela 13 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo igual a 86,82% e o F calculado cerca de 8 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 13. ANOVA para a resposta absorção de água (%)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	17,73	2	8,86	26,34
Resíduos	2,69	8	0,30	
Falta de Ajuste	2,69	6	0,45	
Erro puro	0,00	2	0,00	
Total	20,42	10		

% variação explicada (r^2) = 0,8682; $F_{2;8;0,10} = 3,11$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir gráficos de superfície de resposta e curva de contorno para a absorção de água (Figura 3). No Anexo DA estão apresentados os valores experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

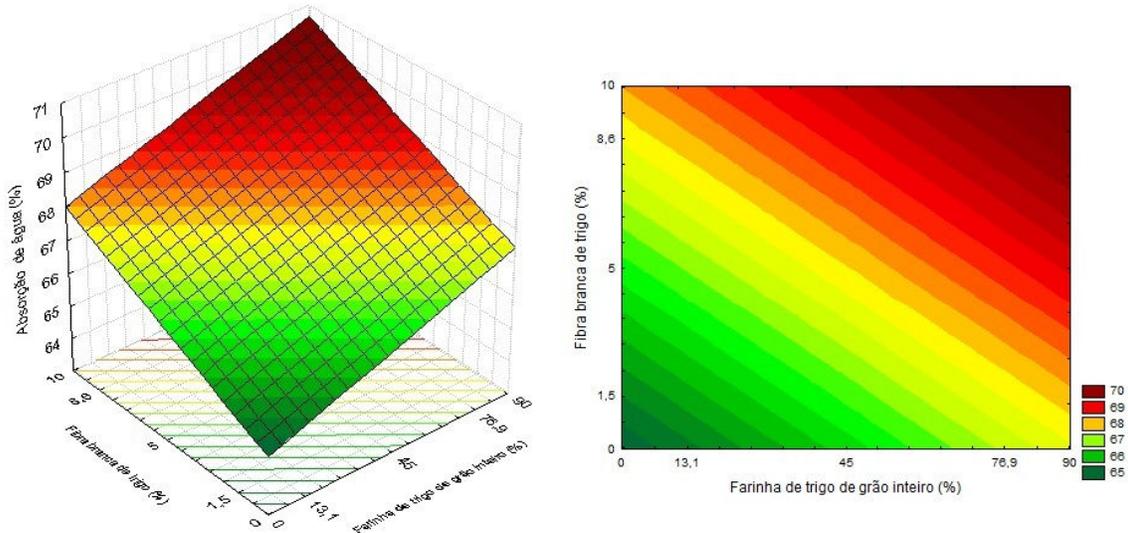


Figura 3. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta absorção de água (%)

As duas fontes de fibra, dentro das condições estudadas, tiveram influência linear na absorção de água, o aumento da porcentagem das fontes de fibra acarretou no aumento da absorção de água pela mistura de farinha e fontes de fibra, como observado na Figura 3. Este parâmetro variou de 65,8 a 71,0%, enquanto para a farinha de trigo refinada para pizza (FTR) e para a farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), a absorção foi de 63,1 e 68,0%, (Tabela 11).

Pereira et al. (2009) também obtiveram para farinha de trigo branca uma absorção menor que para a farinha de trigo de grão inteiro, 65,2% e 70,8%, nesta ordem. O aumento da absorção de água para as misturas (farinha e fontes de fibras) também foi encontrado por vários autores quando trabalharam com diferentes fontes de fibra: farelo de trigo (POMERANZ et al., 1977; ZHANG e MOORE, 1997; NOORT et al., 2010; GÓMEZ et al., 2011), farelo de trigo enriquecido com aleurona (NOORT et al., 2010), farelo de trigo extrusado (GÓMEZ et al., 2011); goma arábica e carboximetilcelulose (CMC) (ASHGAR et al, 2007), e celulose.

Gómez et al. (2011) observaram que o aumento de até 20% na adição da fibra de trigo levou a um aumento de 58,2% para 65,9% da absorção de água. Pomeranz et al. (1977) e Zhang e Moore (1997) também obtiveram em seus trabalhos o aumento da absorção de água com o aumento da adição de farelo

de trigo de 0% para níveis de até 15%. A maior absorção de água das misturas de FTR com FTGI e FBT é devida à maior capacidade de retenção de água pelas fibras (ALMEIDA, 2006; PEREIRA et al., 2009; BARROS, 2010).

6.2.1.2 Tempo de chegada

A partir dos resultados do tempo de chegada apresentados na Tabela 11 foi realizada a avaliação estatística para esta resposta. Analisando-se os coeficientes de regressão apresentados na Tabela 14, verificou-se que as duas fontes de fibra alimentar tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 14. Coeficientes de regressão para a resposta tempo de chegada (min) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	6,67	0,26	26,09	0,00	6,15	7,18
FTGI linear*	2,91	0,16	18,60	0,00	2,60	3,23
FTGI quadrático*	0,85	0,19	4,54	0,01	0,47	1,22
FBT linear*	2,74	0,16	17,50	0,00	2,42	3,05
FBT quadrático*	0,94	0,19	5,05	0,00	0,56	1,32
FTGI x FBT*	1,62	0,22	7,34	0,00	1,18	2,07

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Tempo de chegada (min)} = 6,67 + (2,91 * \text{FTGI}) + (0,85 * \text{FTGI}^2) + (2,74 * \text{FBT}) + (0,94 * \text{FBT}^2) + (1,62 * \text{FTGI} * \text{FBT})$$

A Tabela 15 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo igual a 99,33% e o F calculado cerca de 46 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 15. ANOVA para a resposta tempo de chegada (min)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F _{calc}
Regressão	145,27	5	29,10	148,40
Resíduos	0,98	5	0,20	
Falta de Ajuste	0,94	3	0,31	
Erro puro	0,04	2	0,02	
Total	146,25	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9933; $F_{5; 5; 0,10} = 3,45$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno tempo de chegada (Figura 4). No Anexo DB estão apresentados os valores experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

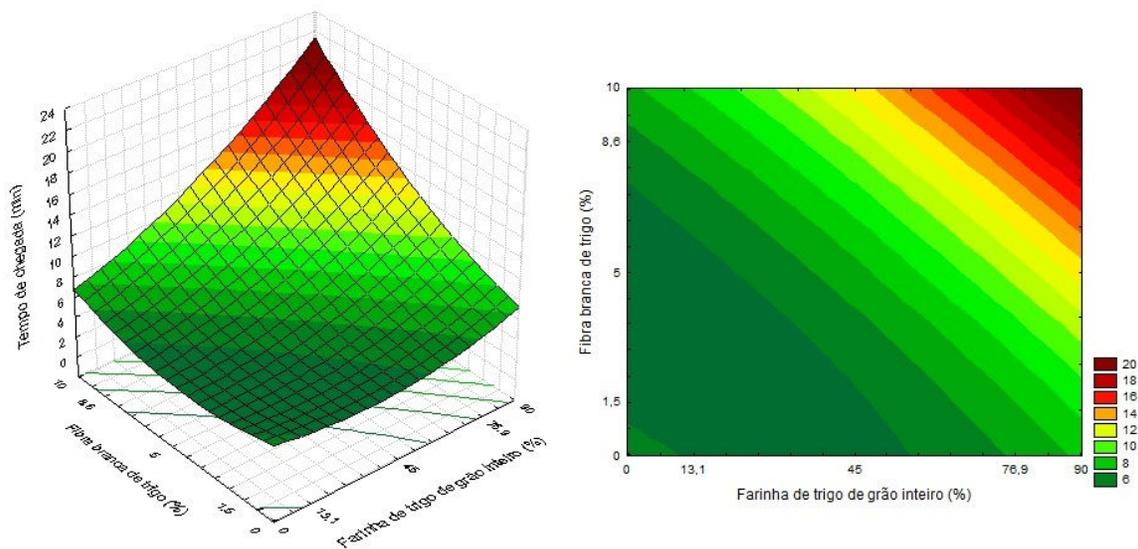


Figura 4. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta tempo de chegada (min)

As duas fontes de fibra, dentro das condições estudadas, linear e quadraticamente, assim como sua interação, tiveram influência sobre o tempo de chegada, onde o aumento da porcentagem das fontes de fibra acarretou no aumento desta resposta como observado na Figura 4. De acordo com os dados

apresentados na Tabela 11 o Ensaio FC1 (100% farinha de trigo refinada para pizza) apresentou um tempo de chegada de 2,00 minutos, FC2 (100% farinha de trigo de grão inteiro), 8,75 min, e os diferentes ensaios das combinações da FTR e a FTGI e FBT apresentaram valores entre 4,00 min e 16,25 min.

Assim como neste trabalho percebeu-se uma notável modificação do parâmetro tempo de chegada pela adição de fibras, Almeida (2006) também obteve resultados semelhantes. Segundo esta autora, o parâmetro tempo de chegada geralmente não é avaliado na maioria dos trabalhos que analisam a reologia da farinha de trigo adicionada de fibras.

Almeida (2006) obteve para a farinha de trigo um tempo de chegada igual a 1,75 minutos, enquanto que seus diferentes ensaios das combinações da farinha de trigo e fontes de fibra alimentar (farelo de trigo, amido resistente e goma de alfarroba) apresentaram valores entre 1,75 min e 6,25 min. As combinações de farelo de trigo, amido resistente e goma de alfarroba foram acrescentadas à formulação (em porcentagens base peso farinha) e variaram desde 0 a 20%; 0 a 20%, e 0 a 3%, respectivamente.

6.2.1.3 Tempo de desenvolvimento

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 11 foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para a resposta tempo de desenvolvimento. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 16 verificou-se também que tanto FTGI e FBT tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 16. Coeficientes de regressão para a resposta tempo de desenvolvimento (min) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibras

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	8,88	0,29	30,44	0,00	8,29	9,46
FTGI linear*	2,15	0,18	12,06	0,00	1,79	2,51
FTGI quadrático*	1,02	0,21	4,82	0,00	0,60	1,45
FBT linear*	2,62	0,18	14,70	0,00	2,26	2,98
FBT quadrático*	0,84	0,21	3,93	0,01	0,41	1,26
FTGI x FBT*	1,34	0,25	5,32	0,00	0,83	1,85

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Tempo de desenvolvimento (min)} = 8,88 + (2,15 * \text{FTGI}) + (1,02 * \text{FTGI}^2) + (2,62 * \text{FBT}) + (0,84 * \text{FBT}^2) + (1,34 * \text{FTGI} * \text{FBT})$$

A Tabela 17 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo igual a 98,82% e o F calculado cerca de 26 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 17. ANOVA para a resposta tempo de desenvolvimento (min)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	107,09	5	21,40	84,00
Resíduos	1,27	5	0,30	
Falta de Ajuste	1,24	3	0,41	
Erro puro	0,03	2	0,02	
Total	108,37	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9882; $F_{5; 5; 0,10} = 3,45$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para o tempo de desenvolvimento (Figura 5). No Anexo DC estão apresentados os valores

experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

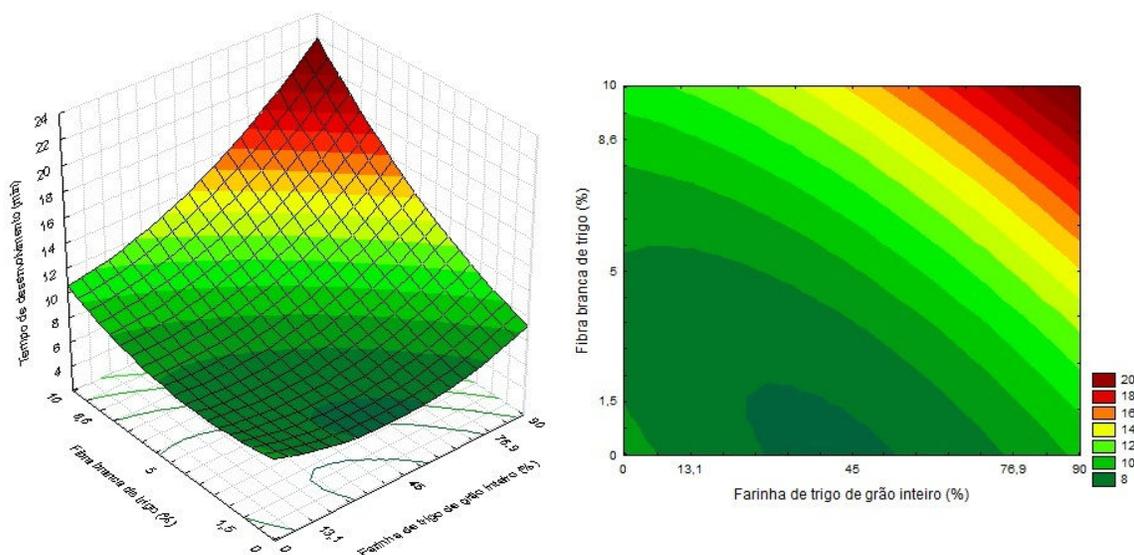


Figura 5. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta tempo de desenvolvimento (min)

As duas fontes de fibra, dentro das condições estudadas, linear e quadraticamente, assim como sua interação, tiveram influência sobre o tempo de desenvolvimento, onde o aumento da porcentagem das fontes de fibra acarretou no aumento desta resposta conforme Figura 5.

Os valores para esta resposta ficaram entre 6,88 min e 17,50 min para as misturas, enquanto que este valor foi de 5,88 min para o ensaio somente com FTR e 10,13 min para o ensaio somente com FTGI.

Novamente, Almeida (2006) obteve relação semelhante em seu trabalho para o parâmetro tempo de desenvolvimento. De acordo com Noort et al. (2010), o tempo de desenvolvimento da massa aumentou como consequência da adição de farelo de trigo e farelo de trigo enriquecido com aleurona. No estudo conduzido por Gómez et al. (2011) a incorporação de farelo de trigo também aumentou o tempo de desenvolvimento, porém este aumento foi menos pronunciado quando utilizado o farelo extrusado, provavelmente pelo maior conteúdo de fibra solúvel e amido pré-gelatinizado no farelo extrusado.

O maior tempo de desenvolvimento das misturas de FTR com FTGI e FBT é justificado pela presença de fibras nas amostras, já que as fibras retardam as taxas de hidratação e desenvolvimento do glúten. Estas mudanças também podem ser explicadas pela diluição do glúten pelas fibras (ALMEIDA, 2006; PEREIRA et al., 2009; BARROS, 2010). No entanto, este efeito também poderia estar relacionado a algum tipo de competição pela água entre o farelo e os outros componentes da farinha, fato que se traduz em uma desidratação progressiva da massa, e assim, criando a impressão de fortalecimento da massa (GÓMEZ et al., 2011)

6.2.1.4 Tempo de saída

A partir dos dados apresentados na Tabela 11 para o tempo de saída, foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para esta resposta. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 18 verificou-se que os efeitos lineares de FTGI e FBT e a interação entre as duas variáveis tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 18. Coeficientes de regressão para a resposta tempo de saída (min) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	13,25	0,74	17,92	0,00	11,76	14,74
FTGI linear*	2,19	0,45	4,84	0,00	1,28	3,10
FTGI quadrático	0,64	0,54	1,19	0,29	-0,45	1,73
FBT linear*	2,75	0,45	6,06	0,00	1,83	3,66
FBT quadrático	1,05	0,54	1,94	0,11	-0,04	2,13
FTGI x FBT*	1,41	0,64	2,20	0,08	0,12	2,70

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Tempo de saída (min)} = 14,48 + (2,19 * \text{FTGI}) + (2,75 * \text{FBT}) + (1,41 * \text{FTGI} * \text{FBT})$$

A Tabela 19 da ANOVA nos permite concluir que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada igual a 87,61% e o F calculado cerca de 5 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 19. ANOVA para a resposta tempo de saída (min)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	106,58	3	35,50	16,50
Resíduos	15,07	7	2,20	
Falta de Ajuste	15,04	5	3,01	
Erro puro	0,03	2	0,02	
Total	121,65	10		

% variação explicada (r^2) = 0,8761; $F_{3; 7; 0,10} = 3,07$

Em vista dos resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para o tempo de saída (Figura 6). No Anexo DD estão apresentados os valores experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

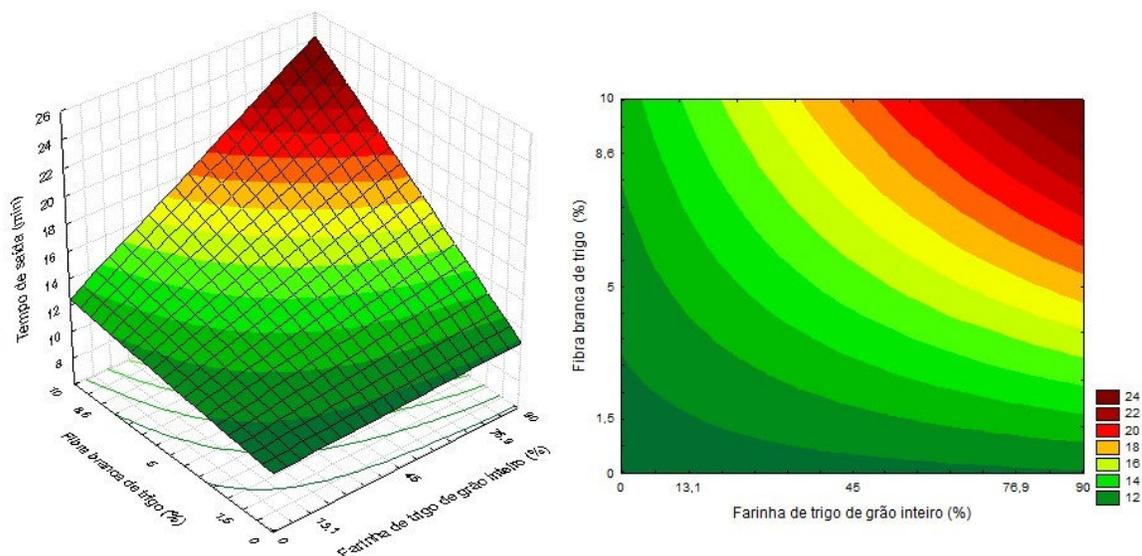


Figura 6. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta tempo de saída (min)

Através da Figura 6 pode-se verificar que as duas fontes de fibra, dentro das condições estudadas, assim como sua interação, tiveram influência no tempo de saída que aumentou com a maior adição de FTGI e FBT e tem relação com o tempo de chegada, já que este também foi atrasado, ou seja, teve seu valor aumentado.

6.2.1.5 Estabilidade

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 11 foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para a estabilidade das massas. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 20, verificou-se que somente o efeito linear da variável farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) apresentou efeito significativo ($p < 0,10$).

Tabela 20. Coeficientes de regressão para a resposta estabilidade das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	6,58	0,57	11,64	0,00	5,44	7,72
FTGI linear*	-0,69	0,35	-1,99	0,10	-1,39	0,01
FTGI quadrático	-0,22	0,41	-0,54	0,61	-1,05	0,61
FBT linear	0,04	0,35	0,11	0,91	-0,66	0,74
FBT quadrático	0,09	0,41	0,22	0,83	-0,74	0,92
FTGI x FBT	-0,28	0,49	-0,57	0,59	-1,27	0,71

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

A variação explicada pelo modelo foi de 40,61%. Este baixo valor do r^2 foi ocasionado pelo alto valor da falta de ajuste (5,41) do modelo obtido frente ao total (9,36), como visto na Tabela 21 da ANOVA.

Tabela 21. ANOVA para a resposta estabilidade (min)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F _{calc}
Regressão	3,80	1	3,80	6,20
Resíduos	5,56	9	0,60	
Falta de Ajuste	5,42	7	0,77	
Erro puro	0,14	2	0,07	
Total	9,36	10		

% variação explicada (r^2) = 0,4061; $F_{1;9;0,10} = 3,36$

Diante dos resultados estatísticos, dentro das condições estudadas, não foi possível estabelecer um modelo preditivo em função das variáveis estudadas ao nível de 10% de significância para a resposta estabilidade.

Observa-se na Tabela 11 que a estabilidade das misturas variou entre 4,13 min e 8,13 min. O ensaio FC1 apresentou uma estabilidade de 6,88 min, enquanto que FC2, 4,25 min, valores dentro do intervalo apresentado pelos ensaios do planejamento. É possível notar nestes resultados (Tabela 11) que o aumento da porcentagem da FBT acarreta no aumento da estabilidade; porém, quando há o aumento da porcentagem da FTGI, a relação inversa é notada, ou seja, a estabilidade das massas diminui. Nota-se que os menores valores da estabilidade são dos Ensaios 6 e FC2, os quais possuem as maiores concentrações de FTGI.

6.2.1.6 Índice de tolerância à mistura (ITM)

A partir dos resultados do ITM apresentados na Tabela 11 foi realizada a avaliação estatística para esta resposta. Analisando-se os coeficientes de regressão apresentada na Tabela 22, verificou-se que somente os efeitos lineares de FTGI e FBT tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 22. Coeficientes de regressão para a resposta ITM das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	27,67	2,36	11,73	0,00	22,91	32,42
FTGI linear*	-5,03	1,44	-3,48	0,02	-7,94	-2,12
FTGI quadrático	-0,15	1,72	-0,08	0,94	-3,61	3,32
FBT linear*	-5,28	1,44	-3,65	0,01	-8,19	-2,37
FBT quadrático	2,35	1,72	1,37	0,23	-1,11	5,82
FTGI x FBT	0,25	2,04	0,12	0,91	-3,87	4,37

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{ITM} = 29,27 + (5,03 * \text{FTGI}) + (5,28 * \text{FBT})$$

A Tabela 23 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo igual a 78,08% e o F calculado cerca de 4 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 23. ANOVA para a resposta ITM

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	424,88	2	212,40	14,20
Resíduos	119,30	8	14,90	
Falta de Ajuste	36,63	6	6,11	
Erro puro	82,67	2	41,33	
Total	544,18	10		

% variação explicada (r^2) = 0,7808; $F_{2; 8; 0,10} = 3,11$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para o ITM (Figura 7). No Anexo DE estão apresentados os valores experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

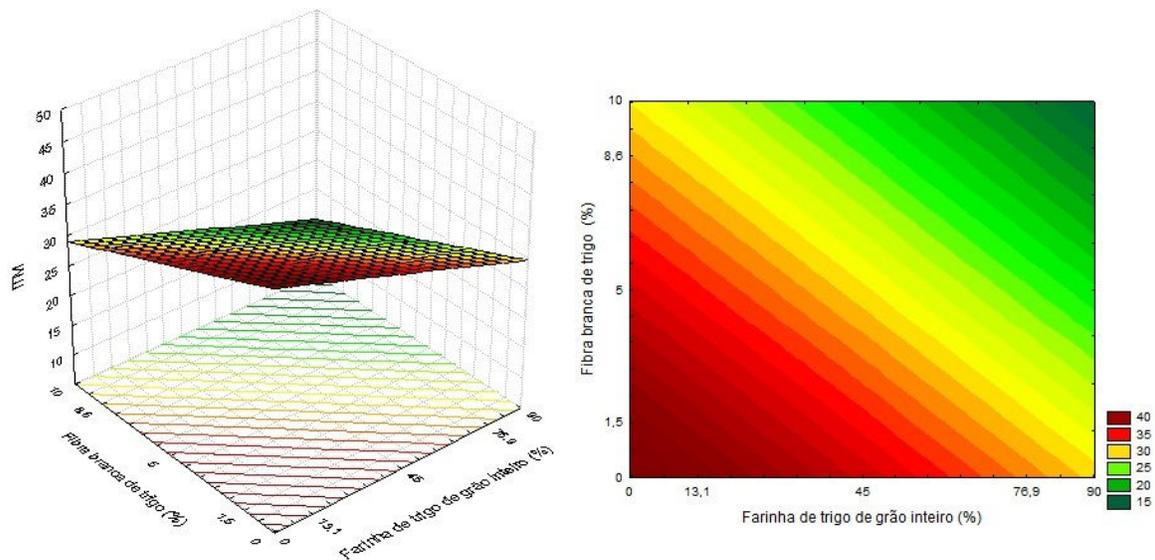


Figura 7. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta ITM

Através da Figura 7, dentro das condições estudadas, pode-se verificar que as duas fontes de fibra tiveram influência linear no ITM das massas, que diminuiu com a maior adição de FTGI e FBT. Enquanto o ITM da farinha de trigo foi de 45 UF, e da farinha de grão inteiro, 32 UF, os valores das misturas ficaram entre 20 e 40 UF, indicando que as fibras utilizadas aumentaram a tolerância da farinha de trigo à mistura, pois quanto menor o ITM pode-se dizer que maior é a resistência do glúten ao dano mecânico (Tabela 11).

No trabalho desenvolvido por Almeida (2006), a adição das diferentes fontes de fibra à farinha de trigo provocou um leve aumento desta resposta, ou seja, seu resultado foi contrário ao obtido neste trabalho. O ITM da farinha de trigo foi de 30 UF, e os valores das combinações da farinha de trigo e fontes de fibra alimentar ficaram entre 40 e 80, indicando que as fibras utilizadas diminuiriam a tolerância da farinha de trigo à mistura. Os autores Wang, Rosell e Barber (2002), por sua vez, verificaram a redução no índice de tolerância à mistura da massa através da adição das fibras *locust bean gum* ou goma jataí, fibra de ervilha e inulina, e a extensão desta diminuição dependeu da fibra estudada.

Os Ensaio 4, 6 e 8 (Tabela 11) se destacaram por representarem os maiores valores obtidos para os parâmetros absorção de água, tempo de chegada, de desenvolvimento, de saída, e os menores valores para o índice de tolerância à mistura (ITM). Este comportamento pode estar relacionado com o fato de serem os ensaios com maior quantidade de fibras alimentares (11,7 g, 10,4 e 10,4 em 100 g de produto final, respectivamente), calculadas teoricamente, como mostrado na Tabela 4.

Dentro das condições estudadas, as fontes de fibra alimentar utilizadas, farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e fibra branca de trigo (FBT), interferiram nos parâmetros farinográficos da mistura com a farinha de trigo refinada para pizza (FTR). Ambas as fontes, dentro das condições estudadas, contribuíram para o aumento da absorção de água, tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e tempo de saída; a estabilidade foi afetada pelas variáveis independentes estudadas, onde o aumento da FBT acarretou no aumento da estabilidade, e em contrapartida, o aumento da FTGI diminuiu a estabilidade das massas formadas; e por fim, ambas as fontes de fibras FBT e FTGI contribuíram para a diminuição do ITM (índice de tolerância à mistura). Estas mudanças dos parâmetros farinográficos refletiram nas condições de processamento das massas de pizza pré-assadas, como foi observado na prática, como o aumento da quantidade de água necessária para o desenvolvimento da massa e os maiores tempos de mistura da massa até a formação da rede de glúten.

6.3 Extensografia

O princípio da análise de extensografia baseia-se na medida da resistência da massa à extensão, enquanto ela é esticada a velocidade constante (PIZZINATTO, 1999).

A Tabela 24 mostra os resultados das propriedades extensográficas das massas resultantes das combinações de farinha de trigo refinada para pizza e as fontes de fibra alimentar após 135 minutos de descanso, os quais também podem ser visualizados através dos extensogramas apresentados nos Anexos EA a EF. Nos Anexos EA a EF encontram-se também os extensogramas dos tempos 45 e

90 minutos de descanso das massas, e os seus resultados no Anexo F. As medidas são realizadas em diferentes tempos, simulando o que ocorreria com a massa durante diferentes tempos de descanso e fermentação.

Tabela 24. Características extensográficas 135 min das combinações de farinha de trigo refinada para pizza e as fontes de fibra alimentar

Ensaio	FTGI	FBT	Parâmetros extensográficos			
			R (UE)	Rm (UE)	E (mm)	D (R/E)
1	-1	-1	393,75	564,00	170,50	2,32
2	1	-1	669,00	789,50	136,00	4,99
3	-1	1	690,00	820,00	111,00	6,24
4	1	1	>1000,00	>1000,00	80,50	>12,42
5	-1,41	0	440,00	597,50	146,75	3,00
6	1,41	0	965,00	955,00	86,25	11,19
7	0	-1,41	337,50	497,50	161,50	2,09
8	0	1,41	>1000,00	>1000,00	72,00	>13,89
9	0	0	643,75	4018,75	118,75	5,45
10	0	0	645,00	730,00	117,50	5,49
11	0	0	665,00	752,50	120,00	5,55
FC1	-	-	360,00	485,00	192,00	1,88
FC2	-	-	710,00	775,00	114,50	6,21

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; R = resistência à extensão; Rm = resistência máxima; E = extensibilidade (mm); D = número proporcional (R/E); UE = unidades extensográficas.

6.3.1 Resistência à extensão

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 24 foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para a resistência à extensão das massas. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentados na Tabela 25, verificou-se que somente os efeitos lineares da FTGI e da FBT tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 25. Coeficientes de regressão para a resposta resistência à extensão das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	651,25	32,01	20,34	0,00	586,74	715,76
FTGI linear*	165,96	19,60	8,47	0,00	126,46	205,47
FTGI quadrático	26,27	23,33	1,13	0,31	-20,75	73,29
FBT linear*	195,52	19,60	9,97	0,00	156,02	235,03
FBT quadrático	9,39	23,33	0,40	0,70	-37,63	56,41
FTGI x FBT	8,69	27,73	0,31	0,77	-47,18	64,55

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Resistência à extensão (UE)} = 677,18 + (165,96 * \text{FTGI}) + (195,52 * \text{FBT})$$

A Tabela 26 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo igual a 96,41% e o F calculado mais de 30 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 26. ANOVA para a resposta resistência à extensão (UE)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	526179,53	2	263089,77	107,45
Resíduos	19588,48	8	2448,60	
Falta de Ajuste	19304,10	6	3217,35	
Erro puro	284,38	2	142,19	
Total	545768,01	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9641; $F_{2; 8; 0,10} = 3,11$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para a resistência à extensão (Figura 8). No Anexo GA estão apresentados os valores

experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

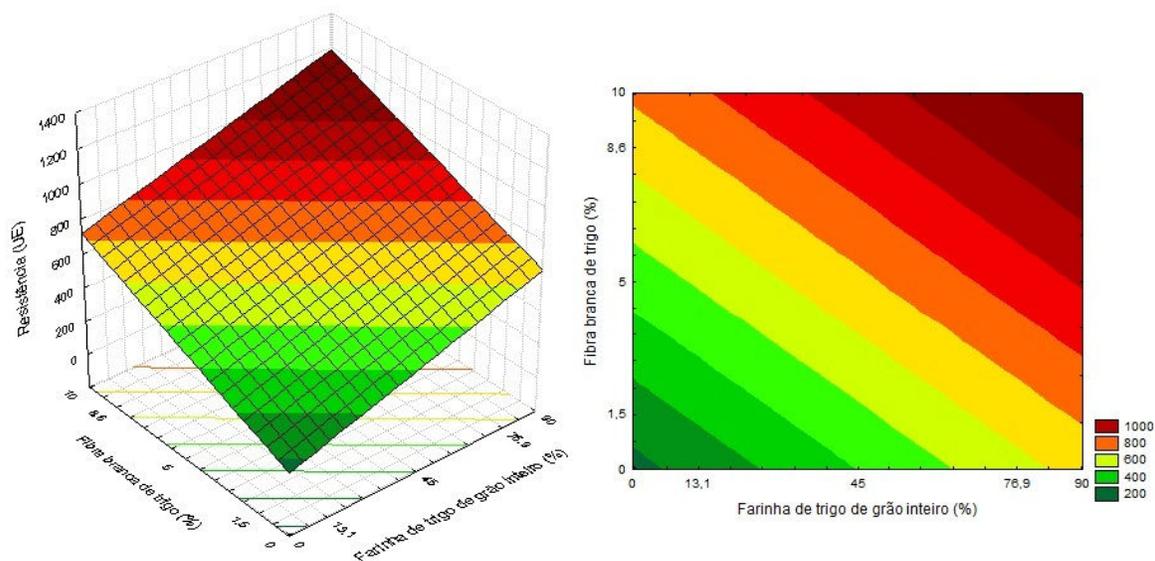


Figura 8. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta resistência à extensão (UE)

As duas fontes de fibra, dentro das condições estudadas, tiveram influência linear sobre a resistência à extensão, onde o aumento da porcentagem das fontes de fibra acarretou no aumento desta resposta conforme Figura 8.

Esta resposta variou de 337,5 a >1000 UE (Tabela 24), enquanto para a farinha de trigo refinada para pizza (FTR) e para a farinha de trigo de grão inteiro (FTGI), a resistência à extensão foi de 360,00 e 710,00 UE, respectivamente. Pereira et al. (2009) observaram que a resistência à extensão da farinha de trigo branca foi menor que a de grão inteiro: 370 e 478 UE, nesta ordem.

No extensógrafo Brabender a massa formada é submetida, após diferentes períodos de descanso, à extensão, sendo esticada a velocidade constante. A resistência à extensão é a altura da curva a 50 mm da origem, e está relacionada com a elasticidade da massa formada, ou seja, quanto maior seu valor, mais elástica será a massa formada, e se este valor for baixo, a massa formada apresentará menor elasticidade. Para as massas de pizza, o aumento da

resistência à extensão das massas, provocado com o aumento das fontes de fibras na formulação, resultaria no encolhimento das massas ao serem laminadas com rolos, devido à maior elasticidade da massa, com conseqüente diminuição do diâmetro dos discos de pizza. Os discos de pizza foram formatados segundo um molde de 15 cm de diâmetro, e os resultados dos diâmetros variaram desde 14,0 cm até 15,2 cm (Tabela 35). Observa-se na Tabela 35 que à exceção do Ensaio 5, onde as massas tiveram diâmetro médio de 15,2 cm, todos os demais Ensaio tiveram diâmetro médio menor que 15 cm. É importante ressaltar que o aumento neste parâmetro com a adição das fibras não está relacionado a um aumento na força do glúten, mas sim a um aumento de consistência provocado pelas fibras.

6.3.2 Resistência Máxima

A partir dos dados apresentados na Tabela 24 foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para a resistência máxima das massas. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 27, verificou-se que nenhuma das variáveis apresentou efeito significativo ($p < 0,10$) sobre a resposta.

Tabela 27. Coeficientes de regressão para a resposta resistência máxima das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	1833,75	691,48	2,65	0,05	440,38	3227,12
FTGI linear	113,89	423,44	0,27	0,80	-739,38	967,15
FTGI quadrático	-521,03	504,00	-1,03	0,35	-1536,61	494,55
FBT linear	147,14	423,44	0,35	0,74	-706,12	1000,40
FBT quadrático	-534,78	504,00	-1,06	0,34	-1550,36	480,80
FTGI x FBT	-11,38	598,84	-0,02	0,99	-1218,07	1195,32

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

A variação explicada pelo modelo foi de 27,43%. Este baixo valor do r^2 foi ocasionado pelo alto valor da falta de ajuste (7.161.591) do modelo obtido frente ao total (9.882.600), como visto na Tabela 28 da ANOVA.

Tabela 28. ANOVA para a resposta resistência máxima (UE)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	2710400,55	5	542080,11	0,38
Resíduos	7172199,87	5	1434439,97	
Falta de Ajuste	10609,25	3	3536,42	
Erro puro	7161590,63	2	3580795,31	
Total	9882600,42	10		

% variação explicada (r^2) = 0,2743; $F_{5; 5; 0,10} = 3,45$

Portanto, dentro das condições estudadas, não foi possível estabelecer um modelo preditivo em função das variáveis estudadas ao nível de 10% de significância para a resposta resistência máxima.

Pelos valores apresentados na Tabela 24 pode-se observar que a resistência máxima das misturas: adição de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e fibra branca de trigo (FBT) à farinha de trigo refinada para pizza (FTR) variaram entre 497,5 UE e >1000,0 UE. O ensaio somente com FTR apresentou uma resistência máxima de 485,0 UE, enquanto que o ensaio somente com FTGI, 775,0 UE.

6.3.3 Extensibilidade

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 24 foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para a extensibilidade das massas. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentados na Tabela 29, verificou-se que os efeitos lineares das duas fontes de fibra alimentar tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 29. Coeficientes de regressão para a resposta extensibilidade (mm) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	118,75	3,62	32,79	0,00	111,45	126,05
FTGI linear*	-18,82	2,22	-8,49	0,00	-23,29	-14,35
FTGI quadrático	0,84	2,64	0,32	0,76	-4,48	6,16
FBT linear*	-30,20	2,22	-13,62	0,00	-34,67	-25,73
FBT quadrático	0,97	2,64	0,37	0,73	-4,35	6,29
FTGI x FBT	1,00	3,14	0,32	0,76	-5,32	7,32

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Extensibilidade (mm)} = 120,07 - (18,82 * \text{FTGI}) - (30,20 * \text{FBT})$$

A Tabela 30 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo igual a 97,99 % e o F calculado cerca de 60 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 30. ANOVA para a resposta extensibilidade (mm)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	10128,17	2	5064,09	194,81
Resíduos	207,96	8	26,00	
Falta de Ajuste	204,84	6	34,14	
Erro puro	3,13	2	1,56	
Total	10336,14	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9799; $F_{2; 8; 0,10} = 3,11$

Em vista dos resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para a extensibilidade (Figura 9). No Anexo GB estão apresentados os valores experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

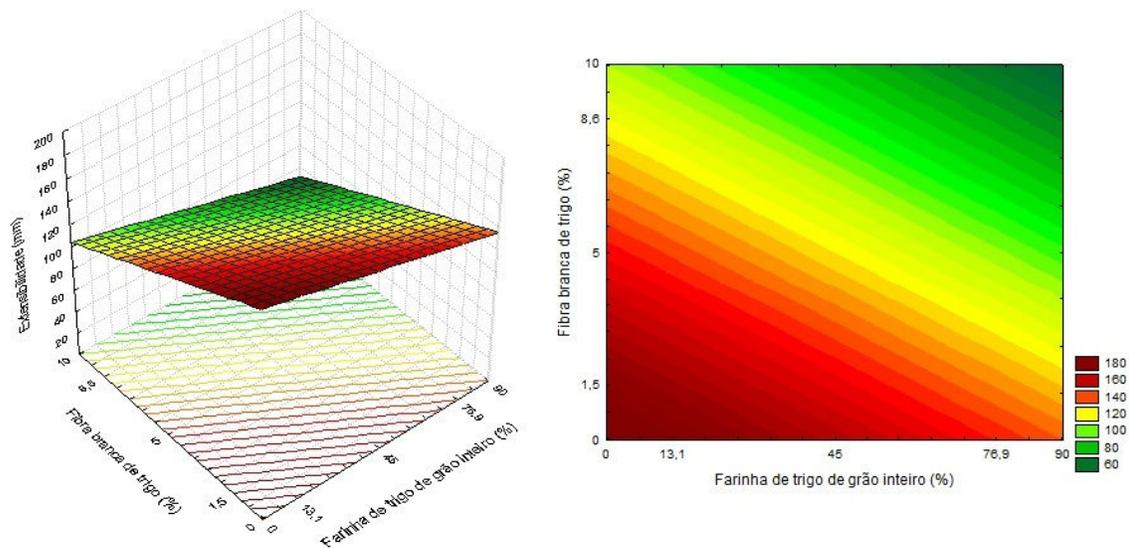


Figura 9. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta extensibilidade (mm)

Conforme observado na Figura 9, a adição das fontes de fibras, dentro das condições estudadas, diminuiu a extensibilidade das massas e isto pode estar relacionado tanto à diluição do glúten da FTR e da FTGI pela presença das fibras da FTGI e da FBT.

A extensibilidade indica quantas vezes a massa foi estendida, em relação ao seu comprimento original, até se romper. Assim, uma extensibilidade de 100 mm equivale a uma extensão correspondente a 10 vezes o comprimento original da massa. Para fabricação de massas de pizza, durante a laminação das mesmas, é um parâmetro importante para indicar o quanto a massa pode ser estendida. Enquanto a massa do ensaio FC1 foi estendida 19,2 vezes até se romper, ou seja, apresentou extensibilidade igual a 192 mm, e a extensibilidade de FC2 foi de 114,5 mm; os diferentes ensaios das combinações da FTR e a FTGI e FBT apresentaram valores entre 72 e 170,5 mm (Tabela 24).

6.3.4 Número proporcional (D)

A partir dos dados apresentados na Tabela 24 para o número proporcional (D), foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para esta resposta. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 31

verificou-se que as duas fontes de fibra alimentar tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 31. Coeficientes de regressão para a resposta número proporcional (D) das misturas de farinha de trigo e fontes de fibra

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,50	0,67	8,22	0,00	4,15	6,84
FTGI linear*	2,56	0,41	6,24	0,00	1,73	3,38
FTGI quadrático*	0,54	0,49	1,10	0,32	-0,45	1,52
FBT linear*	3,50	0,41	8,56	0,00	2,68	4,33
FBT quadrático*	0,98	0,49	2,02	0,10	0,00	1,96
FTGI x FBT*	0,88	0,58	1,52	0,19	-0,29	2,05

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$D = 6,00 + (2,56 * FTGI) + (3,50 * FBT) + (0,83 * FBT^2)$$

A Tabela 32 da ANOVA demonstra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada igual a 93,13 % e o F calculado cerca de 10 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 32. ANOVA para a resposta número proporcional (D)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	154,74	3	51,58	31,60
Resíduos	11,41	7	1,63	
Falta de Ajuste	11,41	5	2,28	
Erro puro	0,00	2	0,00	
Total	166,16	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9313; $F_{3; 7; 0,10} = 3,07$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para o número proporcional (D) (Figura 10). No Anexo GC estão apresentados os valores experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

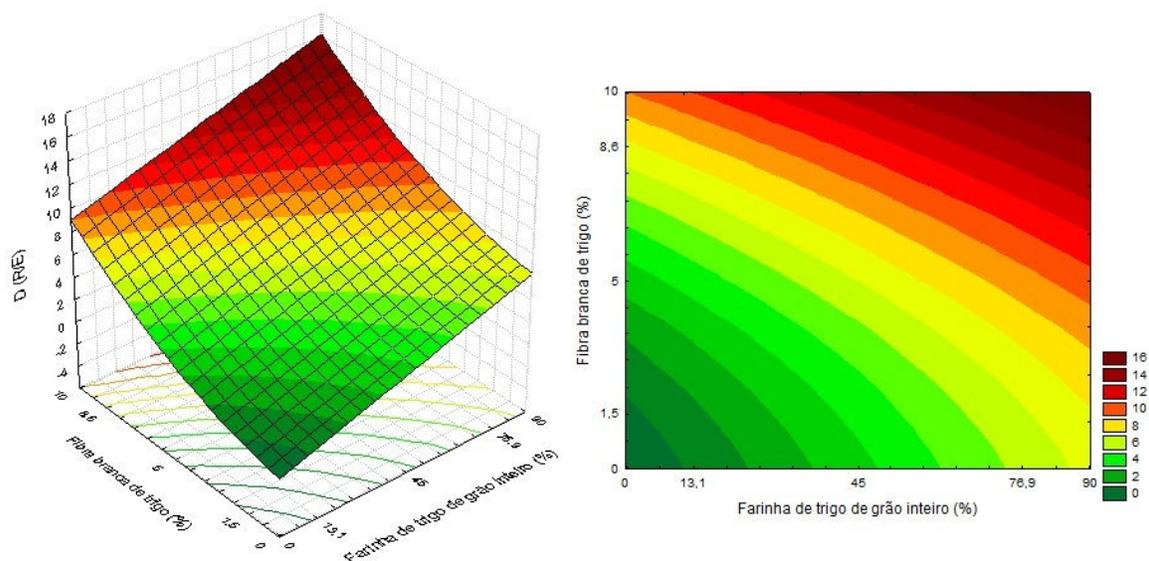


Figura 10. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta número proporcional (D)

O número proporcional (D) é a relação entre a resistência à extensão e extensibilidade de uma massa, onde os maiores valores de D indicam a maior tendência da massa a encolher; enquanto que os menores valores de D demonstram a maior tendência à fluidez da massa (PIZZINATTO, 1999). Segundo Pizzinatto (1999), farinhas fortes possuem D maior que 2,5, e farinhas fracas, D menor que 1,0.

Como pode ser observada na Figura 10, a adição de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e fibra branca de trigo (FBT) linear e quadraticamente, assim como sua interação, dentro das condições estudadas, aumentou o número proporcional (D) da massa, o que significa que as massas formadas a partir das misturas possuem maior tendência ao encolhimento, provavelmente pela atuação das fibras.

Enquanto os ensaios FC1 e FC2 apresentaram $D = 1,88$ e $6,21$, respectivamente, os diferentes ensaios das combinações da FTR e a FTGI e FBT apresentaram valores entre $2,32$ e $>13,89$. Pereira et al. (2009) obtiveram para farinha de trigo refinada e de grão inteiro os seguintes valores de D : $2,39$ e $4,07$, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

Os Ensaio 4, 6 e 8 novamente se destacaram por representarem os maiores valores obtidos para os parâmetros resistência, resistência à máxima extensão, e número proporcional (D), e os menores valores para a extensibilidade. Este comportamento também pode estar relacionado com o fato de serem os ensaios com maior quantidade de fibras alimentares, calculadas teoricamente, como mostrado na Tabela 4.

Com relação aos parâmetros extensográficos, à medida que foram aumentadas as quantidades de FTGI e FBT, as massas formadas tiveram sua resistência à extensão aumentada; em contrapartida, houve o decréscimo da extensibilidade das massas, comportamentos que caracterizam um aumento na elasticidade dessas massas, e que podem ter favorecido a diminuição do diâmetro das massas de pizza após a sua formatação com rolos. Além disso, o número proporcional D , que determina a força de uma farinha, mostrou que as misturas com as duas fontes de fibras aumentaram este valor, dando à mistura de farinhas e fibras característica de farinhas fortes, porém, o aumento deste parâmetro está relacionado com o aumento da consistência das massas.

6.4 Caracterização das massas de pizza pré-assadas

Como já foi dito anteriormente são poucas as pesquisas sobre a tecnologia associada à fabricação de pizza, assim como são poucos os indicadores objetivos de qualidade disponíveis na literatura ou na legislação para este tipo de produto. Baseados nos poucos trabalhos obtidos na literatura e considerando-se que alguns fenômenos podem ser explicados para as massas de pizza, por analogia, à fabricação de pão, já que os ingredientes básicos destes dois produtos são praticamente os mesmos, foram realizadas análises que caracterizaram as

massas de pizza pré-assadas quanto ao seu volume específico; dimensões das massas pré-assadas; umidade; atividade de água; textura instrumental; cor; pH; e acidez total titulável.

6.4.1 Volume específico e Dimensões das pizzas

6.4.1.1 Volume específico

Os valores obtidos do volume específico das massas de pizza nos tratamentos do planejamento experimental variaram entre 2,5 mL/g e 4,9 mL/g (Tabela 33).

Tabela 33. Volume específico, diâmetro e espessura das massas de pizza pré-assadas

Ensaio	FTGI	FBT	Volume específico (mL/g)	Diâmetro (cm)	Espessura (mm)
1	-1,00	-1,00	3,5	14,0	8,2
2	1,00	-1,00	4,7	14,4	7,9
3	-1,00	1,00	4,9	14,4	8,2
4	1,00	1,00	2,5	14,3	6,1
5	-1,41	0,00	3,8	15,2	9,6
6	1,41	0,00	3,3	14,4	7,3
7	0,00	-1,41	3,7	14,7	8,7
8	0,00	1,41	3,2	14,8	6,2
9	0,00	0,00	3,9	14,6	8,1
10	0,00	0,00	3,8	14,5	9,0
11	0,00	0,00	3,7	14,3	9,0
FC1	-	-	4,0	14,4	9,4
FC2	-	-	3,4	14,9	7,4

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 34 verifica-se que o efeito linear da FTGI e a interação entre FTGI e a FBT tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 34. Coeficientes de regressão para a resposta volume específico (mL/g) das massas de pizza pré-assadas

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	3,81	0,16	23,64	0,00	3,48	4,13
FTGI linear*	-0,23	0,10	-2,36	0,06	-0,43	-0,03
FTGI quadrático	-0,01	0,12	-0,10	0,93	-0,25	0,23
FBT linear	-0,18	0,10	-1,82	0,13	-0,38	0,02
FBT quadrático	-0,09	0,12	-0,74	0,49	-0,32	0,15
FTGI x FBT*	-0,91	0,14	-6,52	0,00	-1,19	-0,63

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Volume específico (mL/g)} = 3,74 - (0,23 * \text{FTGI}) - (0,91 * \text{FTGI} * \text{FBT})$$

A Tabela 35 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada igual a 84,42% e o F calculado cerca de 7 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 35. ANOVA para a resposta volume específico (mL/g)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	3,74	2	1,87	21,67
Resíduos	0,69	8	0,09	
Falta de Ajuste	0,68	6	0,11	
Erro puro	0,01	2	0,01	
Total	4,44	10		

% variação explicada (r^2) = 0,8442; $F_{2; 8; 0,10} = 3,11$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para a resposta volume específico (Figura 11). No Anexo HA estão apresentados os valores

experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

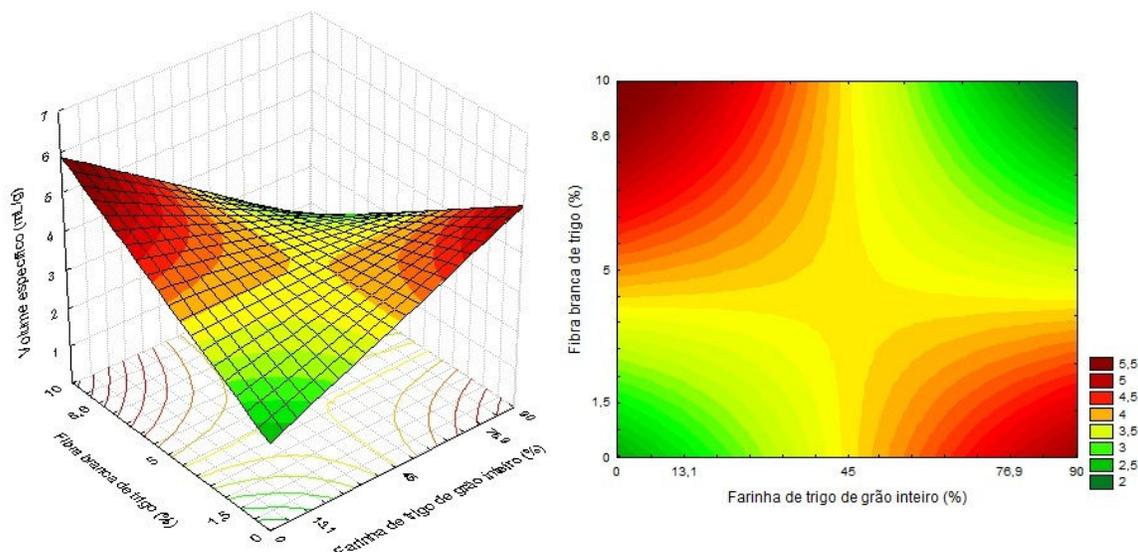


Figura 11. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta volume específico (mL/g)

Analisando-se a superfície de resposta e a curva de contorno do modelo do volume específico (Figura 11) observa-se que os maiores valores para esta resposta são obtidos quando uma das variáveis é usada em sua concentração máxima e a outra nas menores concentrações utilizadas neste estudo. Os menores volumes específicos são resultado da interação entre as fontes de fibras.

Muitos autores afirmam que a incorporação ou adição de fontes de fibras a produtos de panificação, especialmente em pães, resulta no detrimento da sua qualidade, e a característica que parece ser a mais importante é o menor volume específico dos pães integrais ou enriquecidos com fibras (POMERANZ, 1977; KOCK, TAYLOR e TAYLOR, 1999; DAMEN et al., 2012).

Os resultados deste trabalho condizem em parte com esta tendência, pois os ensaios com maiores teores de fibra (Tabela 4) no produto final possuem volumes específicos abaixo de 4 mL/g. Em parte, pois observou-se que os maiores teores de incorporação das fibras isoladas apresentaram os maiores

volume específico, e o ponto da superfície de resposta que corresponde ao ensaio sem nenhuma fonte de fibras apresentou volume específico baixo.

6.4.1.2 Diâmetro

Os resultados experimentais do diâmetro das massas de pizza pré-assadas variaram desde 14,0 cm a 15,2 cm (Tabela 35), sendo o diâmetro das massas antes do pré-assamento de 15 cm. Nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$) (Tabela 36). Isto indica que nenhuma das variáveis teve influência nesta medida, ou seja, independentemente das quantidades adicionadas de FTGI e FBT, o diâmetro das massas de pizza ficou dentro do intervalo do valor médio e seu erro padrão. Esta medida foi feita para observar o efeito das fibras na extensibilidade das massas durante sua formatação, porém não foi observada nenhuma tendência, como por exemplo, a redução do diâmetro das massas com o aumento da quantidade de fibras adicionada.

Como foi observado na análise da extensografia, as fibras aumentaram a elasticidade das massas, porém este comportamento não foi observado com tanta intensidade na prática através do encolhimento das massas, como diminuição do seu diâmetro, pois as massas foram abertas até o diâmetro ideal, e não formatadas com moldes. Além disso, a utilização de fermento fresco, que tem células não viáveis que liberam glutatona, agente redutor da rede de glúten, pode ter influenciado na diminuição desta elasticidade durante o processamento.

Tabela 36. Coeficientes de regressão para o diâmetro (cm) das massas de pizza pré-assadas

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	14,48	0,23	62,37	0,00	14,01	14,94
FTGI linear	-0,09	0,14	-0,63	0,56	-0,38	0,20
FTGI quadrático	0,02	0,17	0,12	0,91	-0,32	0,36
FBT linear	0,07	0,14	0,52	0,62	-0,21	0,36
FBT quadrático	0,01	0,17	0,06	0,95	-0,33	0,35
FTGI x FBT	-0,11	0,20	-0,54	0,61	-0,51	0,30

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Portanto, dentro das condições estudadas, não foi possível estabelecer um modelo preditivo em função das variáveis estudadas ao nível de 10% de significância para a resposta diâmetro das massas de pizza pré-assadas.

6.4.1.3 Espessura

A espessura das massas de pizza pré-assadas variou entre 6,1 mm e 9,6 mm (Tabela 35).

Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 37 verifica-se que o efeito linear da FTGI e da FBT e o efeito quadrático da FBT tiveram influência significativa nesta resposta.

Tabela 37. Coeficientes de regressão para a resposta espessura (mm) das massas de pizza pré-assadas

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	8,69	0,28	30,51	0,00	8,11	9,26
FTGI linear*	-0,70	0,17	-4,01	0,01	-1,05	-0,35
FTGI quadrático	-0,21	0,21	-1,01	0,36	-0,63	0,21
FBT linear*	-0,65	0,17	-3,71	0,01	-1,00	-0,29
FBT quadrático*	-0,71	0,21	-3,44	0,02	-1,13	-0,30
FTGI x FBT	-0,44	0,25	-1,79	0,13	-0,94	0,06

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, é expresso por:

$$\text{Espessura (mm)} = 8,49 - (0,70 * \text{FTGI}) - (0,65 * \text{FBT}) - (0,65 * \text{FBT}^2)$$

A Tabela 38 da ANOVA mostra que houve um bom ajuste do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo igual a 81,53% e o F calculado cerca de 3 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 38. ANOVA para a resposta espessura (mm)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F _{calc}
Regressão	9,89	3	3,29	10,29
Resíduos	2,24	7	0,32	
Falta de Ajuste	1,75	5	0,35	
Erro puro	0,49	2	0,25	
Total	12,13	10		

% variação explicada (r^2) = 0,8153; $F_{3;7;0,10} = 3,07$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para a resposta espessura (Figura 12). No Anexo HB estão apresentados os valores experimentais, os previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e os erros relativos.

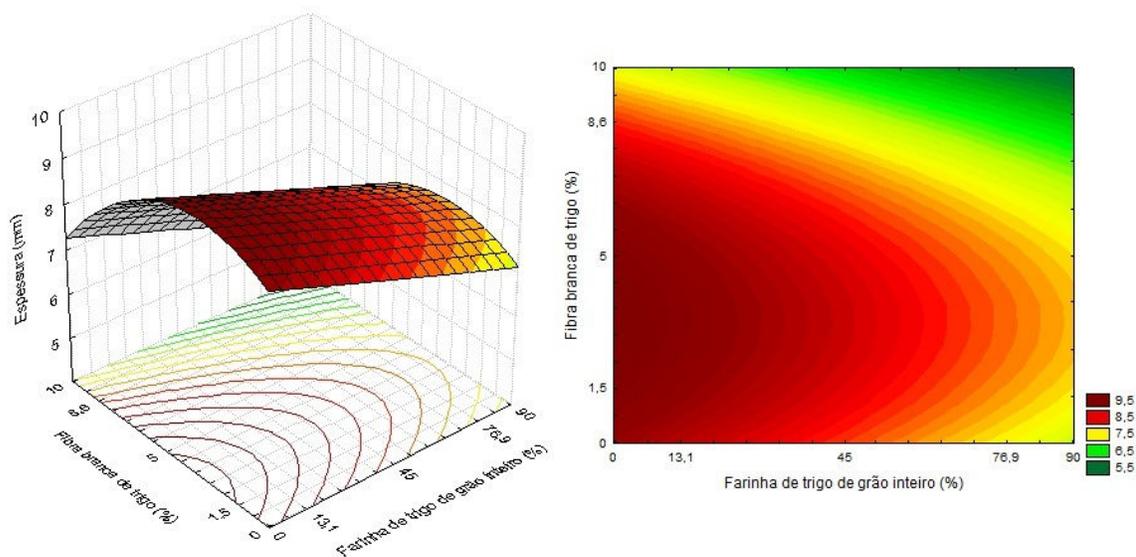


Figura 12. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta espessura (mm)

Dentro das condições estudadas, pode-se observar (Figura 12) que à medida que aumentamos a quantidade de fontes de fibras adicionadas, a espessura diminui, e para a FBT há um intervalo onde são obtidas as maiores espessuras, entre 1,5% e em torno de 7%. A espessura das massas de pizza pré-assadas é consequência da resistência da massa à expansão durante o assamento, podendo refletir no volume específico das mesmas. Da mesma forma que ocorreu com o volume específico das massas, e assim como ocorre em pães, as menores espessuras são obtidas, em parte, à medida que aumentamos a quantidade de fontes de fibras. Em parte, pois a espessura das massas aumenta quando a FBT é utilizada até concentração de 3,6%.

A adição de fibras geralmente enfraquece a estrutura de pães, diminuindo seu volume e a elasticidade do miolo. Este efeito é atribuído à interação entre fibra e glúten que leva a uma diminuição na capacidade de retenção de gás pela massa (POMERANZ, 1977; GÓMEZ et al., 2003).

Para massas de pizza pré-assadas a padronização da espessura é muito importante, pois influencia o visual do produto na embalagem, além disso, um aumento da espessura e volume específico pode levar a uma textura mais macia das massas.

6.4.2 Umidade

A umidade dos alimentos está relacionada à quantidade total de água presente no mesmo. A sua determinação é essencial para o regulamento de rotulagem nutricional de produtos, especificando formulações e monitorando o processamento (AQUALAB, 2000). Os valores medidos da umidade das massas de pizza pré-assadas nos dias 1, 10, 20, 30, 44 e 57 podem ser observados na Tabela 39.

A umidade da formulação controle com 100% farinha de trigo refinada para pizza (FC1) apresentou valores abaixo da média da umidade dos ensaios nos dias 1, 20 e 44 após o processamento, com valores de 24,65%, 24,92% e 24,77% respectivamente. No caso da formulação controle com 100% de farinha de trigo de grão inteiro (FC2), os teores de umidade encontraram-se entre os intervalos obtidos em todos os dias de análise, como pode ser observado na Tabela 39. Esta variação da umidade das massas pode ter relação com a quantidade de água adicionada em cada formulação, que variou de acordo com a absorção farinográfica das misturas, como já discutido no item 6.2.1.1.

A partir da avaliação estatística do planejamento experimental, pela análise dos coeficientes de regressão não foi possível estabelecer um modelo preditivo para a umidade das massas de pizza, em cada dia analisado, em função das duas variáveis estudadas. Nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$) (Anexos IA a IF).

Tabela 39. Umidade (%) das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 1	Dia 10	Dia 20	Dia 30	Dia 44	Dia 57
1	-1	-1	25,55 ^b	24,84 ^c	26,17 ^a	25,39 ^b	25,75 ^{ab}	23,82 ^d
2	1	-1	25,56 ^b	25,38 ^b	25,09 ^b	26,38 ^a	25,40 ^b	25,19 ^b
3	-1	1	28,31 ^b	27,95 ^b	29,82 ^a	28,64 ^b	26,06 ^c	28,63 ^b
4	1	1	27,22 ^e	29,51 ^b	26,30 ^f	28,76 ^c	28,13 ^d	29,45 ^a
5	-1,41	0	28,04 ^d	28,28 ^c	29,79 ^a	28,18 ^c	29,39 ^b	28,17 ^c
6	1,41	0	25,55 ^c	24,76 ^d	25,41 ^c	25,41 ^c	27,07 ^b	27,62 ^a
7	0	-1,41	28,19 ^a	26,50 ^c	27,27 ^b	26,26 ^d	27,29 ^b	27,81 ^a
8	0	1,41	28,36 ^b	27,60 ^b	28,08 ^b	28,67 ^a	28,61 ^a	27,73 ^c
9	0	0	28,35 ^e	29,68 ^d	29,79 ^a	30,16 ^{bc}	29,62 ^c	29,48 ^b
10	0	0	28,26 ^e	26,82 ^{bc}	27,26 ^b	26,89 ^a	26,90 ^{cd}	27,56 ^d
11	0	0	25,85 ^a	26,45 ^b	26,67 ^b	25,87 ^c	26,90 ^c	26,55 ^b
FC1	-	-	24,65 ^e	25,38 ^b	24,92 ^c	26,18 ^a	24,77 ^d	25,32 ^b
FC2	-	-	26,94 ^b	26,97 ^b	27,85 ^a	26,82 ^b	27,69 ^a	27,83 ^a

Médias com a mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Foi feito o teste de médias de Tukey (Tabela 39), com $p < 0,05$, para verificar se houve diferença entre os dias para cada um dos ensaios do planejamento experimental. Durante o período de estocagem para todos os ensaios, também não foi possível estabelecer uma tendência da variação da umidade, isto é, não houve uma tendência na diminuição ou aumento da umidade das massas de pizza com a estocagem, como observado na Figura 13, o que significa que a umidade foi mantida durante a estocagem.

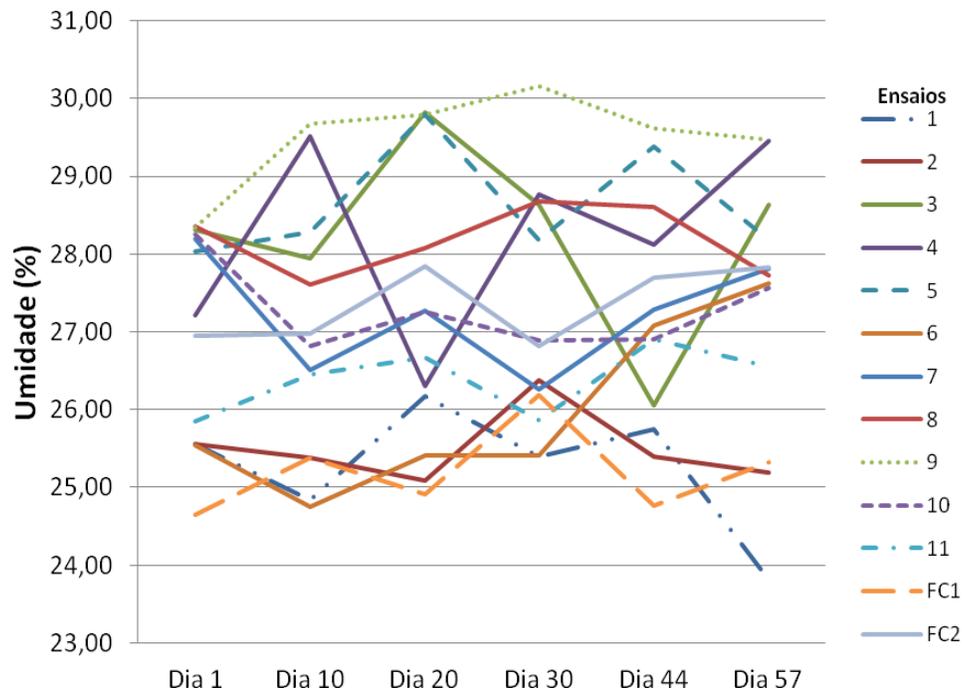


Figura 13. Evolução da umidade das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado (5 °C)

Rosell e Santos (2010) determinaram o teor de umidade em pães totalmente assados e parcialmente assados estocados à temperatura de refrigeração (4 °C) e sob congelamento, com e sem adição de fibras. A formulação controle totalmente assada, sem adição de fibras, apresentou umidade igual a 28,4%, mas quando foi parcialmente assada e estocada à temperatura de refrigeração e novamente reassada, sua umidade caiu para 26,7%. Em relação às formulações adicionadas de fibras, para a amostra totalmente assada o teor de umidade foi igual a 32,6%, e para a amostra pré-assada e estocada sob temperatura de refrigeração, a umidade foi igual a 34,6%. Segundo os autores, esta diferença pode estar relacionada com a menor quantidade de água usada na formulação de produtos de panificação parcialmente assados para o primeiro caso, e a maior absorção de água pelas fibras o que acarreta na maior umidade dos produtos suplementados com fibras (MANDALA, KARABELA e KOSTAROPOULOS, 2007; ROSELL e SANTOS, 2010). Nota-se que os teores de umidade das massas de pizza pré-assadas enriquecidas com fibras deste trabalho

são menores que os determinados para pães no trabalho anteriormente citado, e isso pode ser devido às características diferentes dos dois produtos: as massas de pizza possuem espessura menor e o desenvolvimento do volume não é tão expressivo quanto em pães, desta forma, o conteúdo de água é mais facilmente perdido durante o assamento. Segundo Lainez, Vergara e Bárcenas (2008), não há dados na literatura que tratem do efeito da temperatura de estocagem para pães pré-assados sobre a umidade dos mesmos.

6.4.3 Atividade de água

A água influencia na textura, aparência, sabor e desenvolvimento microbiológico de alimentos. O conceito de atividade de água, por sua vez, é a medida do estado de energia da água em um sistema, ou seja, a água livre que se encontra disponível para o desenvolvimento microbiano e reações químicas e enzimáticas, e, portanto, é um indicador da perecibilidade de um alimento (AQUALAB, 2000). Segundo Smith et al. (2003), as massas de pizza assadas são produtos que possuem alta umidade, com atividade de água variando entre 0,94-0,95. Os valores obtidos da atividade de água das massas de pizza pré-assadas no presente trabalho nos dias 1, 10, 20, 30, 44 e 57 podem ser observados na Tabela 40 e foram abaixo do citado por Smith et al. (2003).

A partir da avaliação estatística do planejamento experimental, não foi possível estabelecer um modelo preditivo para a atividade de água das massas de pizza, em todos os dias analisados, em função das duas variáveis estudadas. Pela análise dos coeficientes de regressão nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$) (Anexos JA a JF).

Tabela 40. Atividade de água das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 1	Dia 10	Dia 20	Dia 30	Dia 44	Dia 57
1	-1	-1	0,902 ^{ab}	0,896 ^{bc}	0,908 ^a	0,900 ^b	0,902 ^{ab}	0,888 ^c
2	1	-1	0,909 ^a	0,905 ^a	0,898 ^b	0,908 ^a	0,896 ^b	0,899 ^b
3	-1	1	0,928 ^{bc}	0,917 ^d	0,933 ^a	0,924 ^c	0,910 ^e	0,928 ^b
4	1	1	0,916 ^d	0,934 ^a	0,905 ^e	0,923 ^{bc}	0,921 ^c	0,926 ^b
5	-1,41	0	0,921 ^b	0,924 ^b	0,932 ^a	0,923 ^b	0,929 ^a	0,917 ^c
6	1,41	0	0,898 ^b	0,899 ^b	0,903 ^b	0,902 ^b	0,910 ^a	0,912 ^a
7	0	-1,41	0,923 ^a	0,913 ^{bc}	0,910 ^c	0,905 ^d	0,911 ^c	0,917 ^b
8	0	1,41	0,922 ^{ab}	0,921 ^b	0,923 ^{ab}	0,926 ^a	0,927 ^a	0,916 ^c
9	0	0	0,925 ^d	0,935 ^a	0,931 ^{bc}	0,933 ^b	0,932 ^b	0,930 ^c
10	0	0	0,918 ^a	0,915 ^{abc}	0,917 ^{ab}	0,911 ^c	0,917 ^{ab}	0,913 ^{bc}
11	0	0	0,904 ^d	0,913 ^b	0,914 ^{ab}	0,906 ^{cd}	0,916 ^a	0,908 ^c
FC1	-	-	0,902 ^b	0,908 ^a	0,899 ^b	0,907 ^a	0,898 ^b	0,901 ^b
FC2	-	-	0,911 ^b	0,913 ^b	0,914 ^{ab}	0,908 ^c	0,917 ^a	0,912 ^b

Médias com a mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Foi feito o teste de médias de Tukey (Tabela 40), com $p < 0,05$, para verificar se houve diferença entre os dias para cada um dos ensaios do planejamento experimental. Durante o período de estocagem para todos os ensaios, também não foi possível estabelecer uma tendência da variação da atividade de água, isto é, não houve uma tendência na diminuição ou aumento da atividade de água com a estocagem, como observado na Figura 14, o que significa que a umidade foi mantida durante a estocagem.

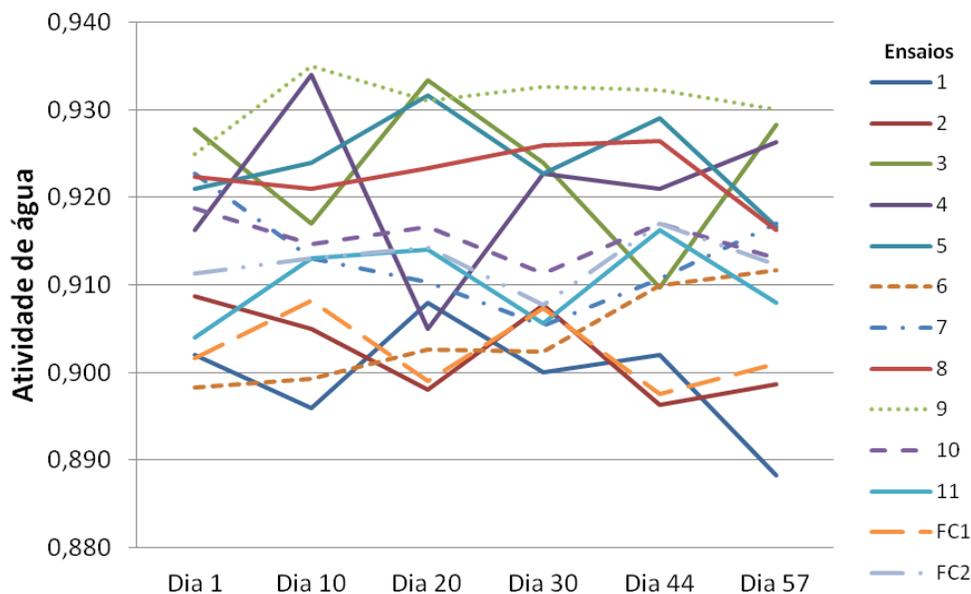


Figura 14. Evolução da atividade de água das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado (5 °C)

As massas de pizza pré-assadas, como visto através dos resultados obtidos neste trabalho, são alimentos com alta aw, e conseqüentemente tem alta perecibilidade, e um dos meios para melhorar sua conservação pode ser conseguida através da estocagem refrigerada e/ou utilização de conservantes aspergidos na superfície das massas, o que foi feito neste trabalho. Além da alta aw, a FTGI, por conter frações mais externas do grão, poderia acarretar problemas microbiológicos, por este motivo, também foi feito o acompanhamento microbiológico das massas de pizza pré-assadas, estocadas sob refrigeração (5 °C).

6.4.4 Textura instrumental

A partir da análise estatística dos resultados do planejamento experimental (Tabela 41), não foi possível estabelecer um modelo preditivo para a textura instrumental das massas de pizza, em todos os dias analisados, em função das duas variáveis estudadas. Pela avaliação dos coeficientes de regressão (Anexos

KA a KF) nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$).

Tabela 41. Textura das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 1	Dia 10	Dia 20	Dia 30	Dia 44	Dia 57
1	-1	-1	719 ^b	608 ^b	635 ^b	700 ^b	795 ^b	1127 ^a
2	1	-1	486 ^b	634 ^b	739 ^{ab}	715 ^{ab}	748 ^{ab}	992 ^a
3	-1	1	519 ^c	607 ^{bc}	578 ^{bc}	716 ^{bc}	1077 ^a	857 ^{ab}
4	1	1	586 ^b	578 ^b	727 ^{ab}	830 ^a	733 ^{ab}	825 ^{ab}
5	-1,41	0	529 ^b	522 ^b	518 ^b	656 ^{ab}	529 ^b	877 ^a
6	1,41	0	788 ^a	748 ^a	853 ^a	924 ^a	893 ^a	894 ^a
7	0	-1,41	305 ^b	567 ^a	619 ^a	687 ^a	569 ^a	612 ^a
8	0	1,41	624 ^c	617 ^c	645 ^{bc}	833 ^{ab}	751 ^{bc}	981 ^a
9	0	0	391 ^b	382 ^b	506 ^b	441 ^b	500 ^b	696 ^a
10	0	0	479 ^c	591 ^{bc}	591 ^{bc}	753 ^{ab}	727 ^{ab}	874 ^a
11	0	0	653 ^b	599 ^c	682 ^b	874 ^{ab}	728 ^b	1010 ^a
FC1	-	-	623 ^a	729 ^a	749 ^a	623 ^a	679 ^a	746 ^a
FC2	-	-	478 ^c	554 ^{bc}	542 ^{bc}	674 ^{ab}	577 ^{bc}	808 ^a

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Foi feito o teste de médias de Tukey (Tabela 41), com $p < 0,05$, para verificar se houve diferença entre os dias para cada um dos ensaios do planejamento experimental. É possível notar pela análise dos dados na Tabela 41 que com a estocagem a resistência ao rompimento das massas de pizza aumentou, pois os valores de força são estatisticamente maiores ($p < 0,05$) no último dia de análise (57° dia) em relação aos valores do primeiro dia de análise após o processamento. Este aumento também pode ser observado na Figura 14.

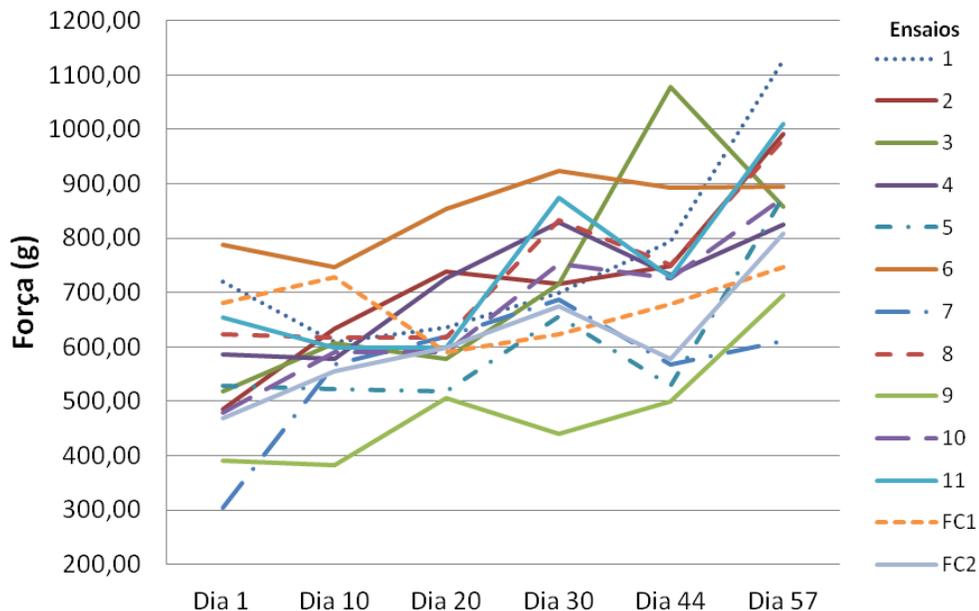


Figura 15. Evolução da textura das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado (5 °C)

O principal parâmetro de avaliação da textura instrumental é a força necessária para o rompimento das massas de pizza, que está relacionada com a resistência das massas à extensão até rompimento.

O mecanismo de envelhecimento de produtos de panificação está relacionado com a estocagem e sua temperatura, e modificações físicas e químicas dos componentes da farinha de trigo, como o amido e glúten, que levam à alteração da textura, com aumento da dureza ou firmeza de pães Segundo Szczesniak (1998), o envelhecimento é acentuado quando a estocagem é feita sob baixas temperaturas.

A análise de textura para massas de pizza está sujeita a muitas variações, desde a utilização de uma metodologia não específica para o produto em si, até a não uniformidade do produto, como notado na maioria das amostras de massas de pizza pré-assadas, em todos os dias de análise. Durante o pré-assamento, dependendo da localização no forno, mesmo sob mesmo tempo de pré-assamento, algumas massas formaram uma crosta na parte de baixo, caracterizando o assamento excessivo, resultando na maior dureza dessas

amostras. Desta forma, seria necessário maior controle sobre os parâmetros do processamento para massas de pizza pré-assadas, para obtermos resultados mais concisos, e que pudessem ser avaliados da forma correta.

6.4.5 Cor

A cor é um importante atributo à indústria de alimentos, pois a primeira ação dos consumidores é olhar o produto, seguida pela intenção de compra, baseada na aparência do mesmo, o que inclui a sua cor. Uma das escalas de cor usadas pelas indústrias de alimentos é a CIE L^* , a^* , b^* , que é tridimensional e baseada na teoria de cores oponentes que afirma que o cérebro humano reconhece as cores: branco e preto, vermelho e verde, e amarelo e azul como cores oponentes (HUNTER ASSOCIATES LABORATORY, 2008).

Neste trabalho, foi utilizada a escala de cor CIE L^* , a^* , b^* , na qual, o parâmetro de cor L^* indica a luminosidade do produto, que varia desde 0 (preto) até 100 (branco); o parâmetro de cor a^* indica a intensidade de cor vermelha (valores positivos) ou verde (valores negativos) da amostra; e o parâmetro de cor b^* indica a intensidade de cor amarela (valores positivos) ou azul (valores negativos) da amostra, como pode ser observado na Figura 16.

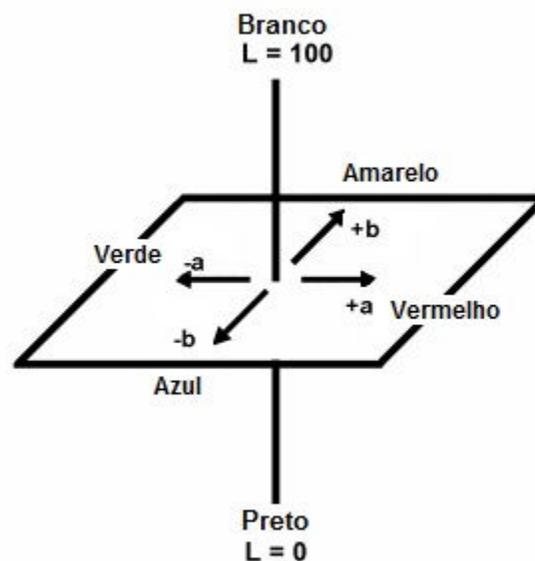


Figura 16. Espectro de cor, Sistema CIELab
Fonte: Hunter Associates Laboratory (2008)

A avaliação da cor das massas de pizza através dos parâmetros L*, a* e b* foi feita durante sua estocagem, porém, optou-se por comparar os dias 1 e 57 após o processamento, que correspondem ao primeiro e último dia de análise, para observar se houve mudança de cor das massas de pizza.

Na Tabela 42 estão os valores dos parâmetros de cor avaliados: L*, a* e b* dos dias 1 e 57 de análise. Foi feito o teste de médias de Tukey, com $p < 0,05$, para verificar se houve diferença entre os dias para cada um dos ensaios do planejamento experimental. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os dias em relação aos parâmetros de cor L*, a* e b* para os ensaios 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 e FC1. No entanto, o parâmetro b* diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) entre os dias para os Ensaios 1 e FC2, o parâmetro L*, para o Ensaio 4, e os parâmetros L* e a* para o Ensaio 9. Cabe ressaltar que na superfície superior das massas de pizza existia farinha de trigo, o que pode ter influenciado na diferença dos parâmetros com a estocagem, como observado para os Ensaios anteriormente citados, após teste de médias de Tukey feita para cada ensaio entre os 2 dias de análise.

Tabela 42. Parâmetros de cor (L*, a* e b*) das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada

Ensaio	FTGI	FBT	L*		a*		b*	
			Dia 1	Dia 57	Dia 1	Dia 57	Dia 1	Dia 57
1	-1	-1	74,20 ^a	74,40 ^a	4,24 ^a	4,50 ^a	22,57 ^b	24,21 ^a
2	1	-1	65,71 ^a	64,58 ^a	7,39 ^a	8,19 ^a	22,67 ^a	24,66 ^a
3	-1	1	74,72 ^a	75,07 ^a	3,93 ^a	3,82 ^a	22,95 ^a	22,53 ^a
4	1	1	65,67 ^a	63,94 ^b	7,37 ^b	7,46 ^a	23,36 ^a	22,57 ^a
5	-1,41	0	78,67 ^a	77,89 ^a	2,42 ^a	2,54 ^a	23,13 ^a	22,68 ^a
6	1,41	0	66,13 ^a	64,67 ^a	7,16 ^a	7,30 ^a	21,87 ^a	21,66 ^a
7	0	-1,41	70,05 ^a	69,63 ^a	6,15 ^a	6,15 ^a	23,86 ^a	23,18 ^a
8	0	1,41	69,42 ^a	69,20 ^a	5,79 ^a	5,90 ^a	22,66 ^a	22,54 ^a
9	0	0	70,43 ^a	69,93 ^b	5,98 ^a	5,53 ^b	23,26 ^a	21,82 ^a
10	0	0	70,78 ^a	70,11 ^a	5,86 ^a	5,79 ^a	22,86 ^a	22,56 ^a
11	0	0	71,36 ^a	69,86 ^b	5,60 ^a	5,87 ^a	22,25 ^a	22,65 ^a
FC1	-	-	77,77 ^a	77,18 ^a	3,57 ^a	3,73 ^a	25,12 ^a	24,21 ^a
FC2	-	-	63,63 ^a	62,71 ^a	8,58 ^a	8,12 ^a	24,08 ^a	22,13 ^b

Médias com a mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Os coeficientes de regressão dos parâmetros de cor L*, a* e b* do primeiro dia de análise estão apresentados nas Tabelas 43 a 45.

Tabela 43. Coeficientes de regressão para a resposta cor L* das massas de pizza pré-assadas (dia 1)

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	70,85	0,42	168,74	0,00	70,01	71,70
FTGI linear*	-4,41	0,26	-17,14	0,00	-4,93	-3,89
FTGI quadrático	0,52	0,31	1,71	0,15	-0,09	1,14
FBT linear	-0,05	0,26	-0,19	0,85	-0,57	0,47
FBT quadrático*	-0,81	0,31	-2,64	0,05	-1,43	-0,19
FTGI x FBT	-0,14	0,36	-0,39	0,71	-0,87	0,59

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Tabela 44. Coeficientes de regressão para a resposta cor a* das massas de pizza pré-assadas (dia 1)

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,81	0,15	39,48	0,00	5,52	6,11
FTGI linear*	1,66	0,09	18,45	0,00	1,48	1,84
FTGI quadrático*	-0,42	0,11	-3,95	0,01	-0,64	-0,21
FBT linear	-0,10	0,09	-1,16	0,30	-0,29	0,08
FBT quadrático	0,17	0,11	1,55	0,18	-0,05	0,38
FTGI x FBT	0,07	0,13	0,56	0,60	-0,19	0,33

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Tabela 45. Coeficientes de regressão para a resposta cor b* das massas de pizza pré-assadas (dia 1)

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	22,79	0,38	60,49	0,00	22,03	23,55
FTGI linear	-0,16	0,23	-0,70	0,52	-0,63	0,30
FTGI quadrático	-0,14	0,27	-0,52	0,63	-0,70	0,41
FBT linear	-0,08	0,23	-0,34	0,75	-0,54	0,39
FBT quadrático	0,24	0,27	0,87	0,42	-0,31	0,79
FTGI x FBT	0,08	0,33	0,24	0,82	-0,58	0,74

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Nas Tabelas 46 a 48 estão os coeficientes de regressão dos parâmetros de cor L, a* e b* do dia 57 de análise.

Tabela 46. Coeficientes de regressão para a resposta cor L* das massas de pizza pré-assadas (dia 57)

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	69,97	0,38	185,24	0,00	69,20	70,73
FTGI linear*	-4,96	0,23	-21,44	0,00	-5,43	-4,49
FTGI quadrático	0,45	0,28	1,62	0,17	-0,11	1,00
FBT linear	-0,08	0,23	-0,33	0,75	-0,54	0,39
FBT quadrático	-0,49	0,28	-1,77	0,14	-1,04	0,07
FTGI x FBT	-0,32	0,33	-0,99	0,37	-0,98	0,34

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Tabela 47. Coeficientes de regressão para a resposta cor a* das massas de pizza pré-assadas (dia 57)

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,73	0,23	25,02	0,00	5,26	6,19
FTGI linear*	1,76	0,14	12,55	0,00	1,48	2,04
FTGI quadrático	-0,27	0,17	-1,65	0,16	-0,61	0,06
FBT linear	-0,22	0,14	-1,57	0,18	-0,50	0,06
FBT quadrático	0,28	0,17	1,68	0,15	-0,06	0,62
FTGI x FBT	-0,01	0,20	-0,06	0,95	-0,41	0,39

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Tabela 48. Coeficientes de regressão para a resposta cor b* das massas de pizza pré-assadas (dia 57)

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	22,34	0,50	44,28	0,00	21,33	23,36
FTGI linear	-0,12	0,31	-0,38	0,72	-0,74	0,51
FTGI quadrático	0,16	0,37	0,42	0,69	-0,59	0,90
FBT linear	-0,58	0,31	-1,89	0,12	-1,21	0,04
FBT quadrático	0,50	0,37	1,37	0,23	-0,24	1,24
FTGI x FBT	-0,10	0,44	-0,24	0,82	-0,98	0,78

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

No primeiro dia de análise as variáveis FTGI e FBT tiveram influência significativa na resposta L*, enquanto que no último dia de análise, somente o efeito linear da variável FTGI teve influência sobre a resposta cor L*.

No primeiro (dia 1) e último (dia 57) dias de análises somente a variável FTGI teve influência sobre a resposta cor a*.

A partir da avaliação estatística do planejamento experimental, não foi possível estabelecer um modelo preditivo para o parâmetro de cor b* das massas de pizza, nos dias 1 e 57 analisados, em função das duas variáveis estudadas. Pela análise dos coeficientes de regressão (Tabelas 45 e 48) nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$).

Os modelos com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, podem ser expressos por:

$$\text{Cor L* (dia 1)} = 71,35 - (4,41 * \text{FTGI}) - (0,96 * \text{FBT}^2)$$

$$\text{Cor L* (dia 57)} = 69,74 - (4,96 * \text{FTGI})$$

$$\text{Cor a* (dia 1)} = 5,96 + (1,66 * \text{FTGI}) - (0,47 * \text{FTGI}^2)$$

$$\text{Cor a* (dia 57)} = 5,73 + (1,76 * \text{FTGI})$$

A análise de variância (ANOVA) dos parâmetros de cor L* e a* do primeiro dia de análise estão apresentados nas Tabelas 49 e 50 e mostram que houve um bom ajuste dos modelos às respostas do experimento, sendo a porcentagem de variação explicada para a resposta cor L igual a 97,41% e o F calculado quase 50 vezes maior que o F tabelado. Para a resposta cor a* a porcentagem de variação explicada para a resposta cor L é 97,56% e o F calculado mais de 50 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 49. ANOVA para a resposta cor L* (dia 1)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	161,19	2	80,59	150,35
Resíduos	4,29	8	0,54	
Falta de Ajuste	3,85	6	0,64	
Erro puro	0,44	2	0,22	
Total	165,48	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9741; $F_{2;8;0,10} = 3,11$

Tabela 50. ANOVA para a resposta cor a* (dia 1)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	23,51	2	11,75	159,96
Resíduos	0,59	8	0,07	
Falta de Ajuste	0,51	6	0,09	
Erro puro	0,07	2	0,04	
Total	24,10	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9756; $F_{5;5;0,10} = 3,11$

Nas Tabelas 51 e 52 a ANOVA dos parâmetros de cor L*, a* e b* do dia 57 de análise mostra que houve um bom ajuste das respostas do modelo, sendo a porcentagem de variação explicada para a resposta cor L igual a 97,00% e o F calculado quase 97 vezes maior que o F tabelado. Para a resposta cor a* a porcentagem de variação explicada para a resposta cor L é 91,15% e o F calculado quase 30 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 51. ANOVA para a resposta cor L (dia 57)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	196,76	1	196,76	290,72
Resíduos	6,09	9	0,68	
Falta de Ajuste	6,06	7	0,87	
Erro puro	0,03	2	0,02	
Total	202,85	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9700; $F_{1;9;0,10} = 3,36$

Tabela 52. ANOVA para a resposta cor a* (dia 57)

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	24,76	1	24,76	92,67
Resíduos	2,40	9	0,27	
Falta de Ajuste	2,34	7	0,33	
Erro puro	0,06	2	0,03	
Total	27,16	10		

% variação explicada (r^2) = 0,9115; $F_{1;9;0,10} = 3,36$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância foi possível construir as superfícies de resposta e curvas de contorno para as respostas cor L e cor a* do primeiro dia de análise e do dia 57 de análise (Figuras 17 a 20).

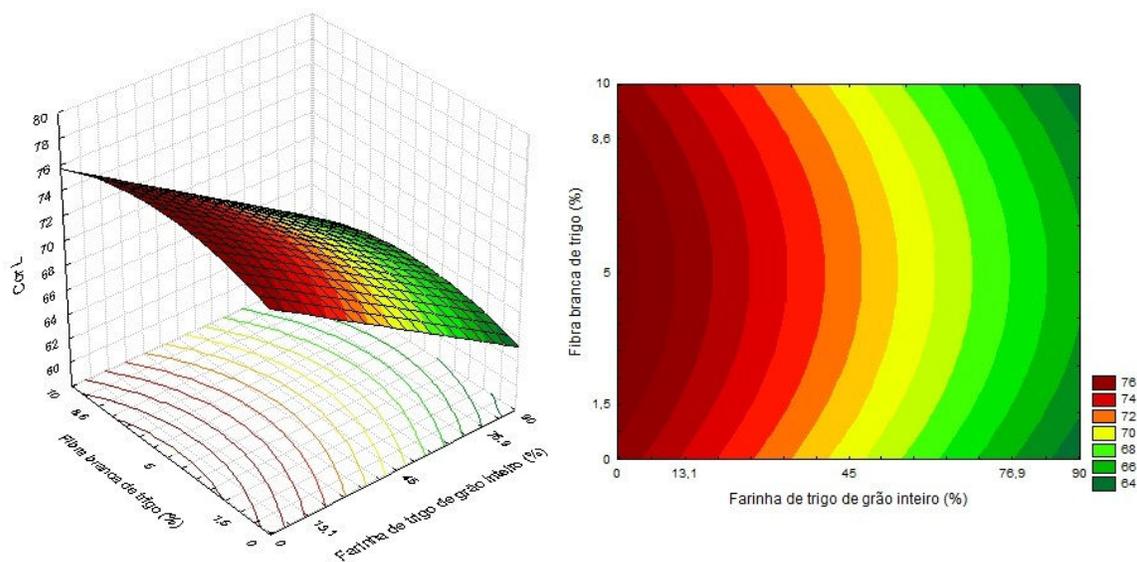


Figura 17. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta L* - dia 1

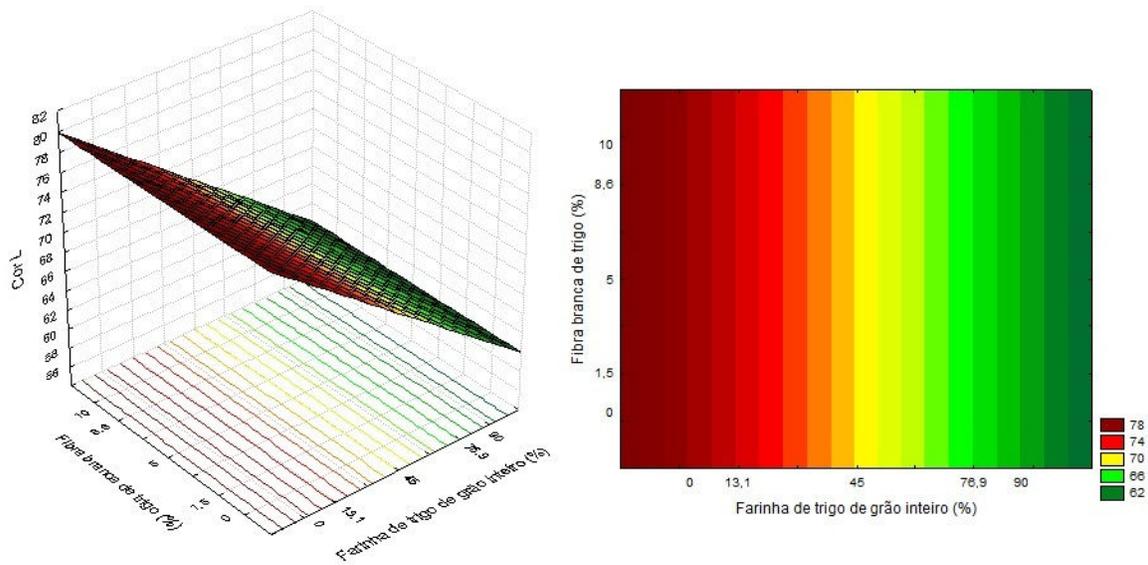


Figura 18. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta L^* - dia 57

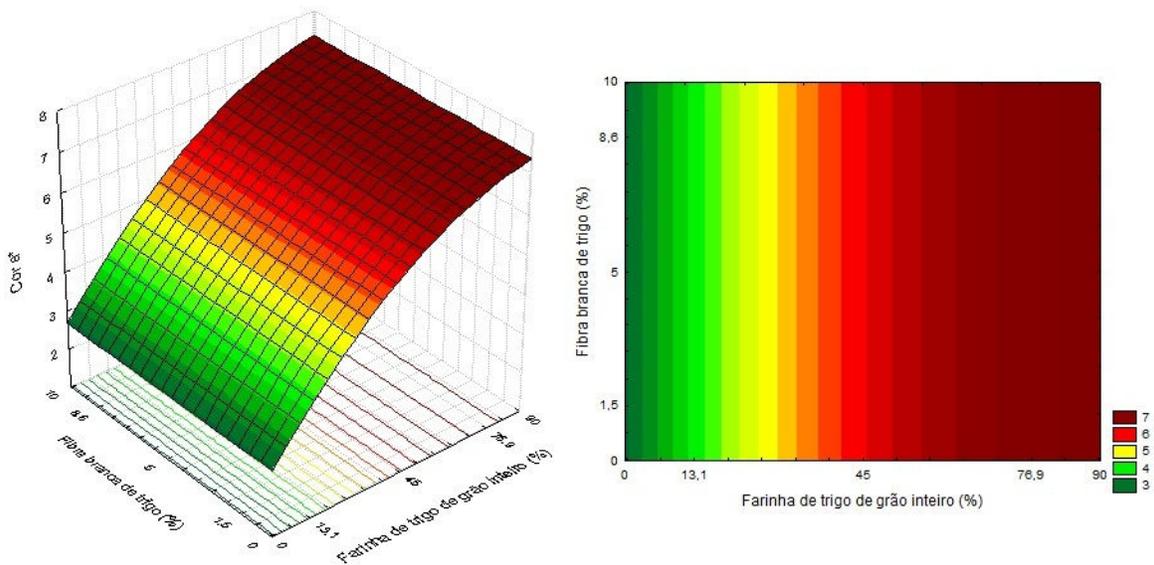


Figura 19. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta a^* - dia 1

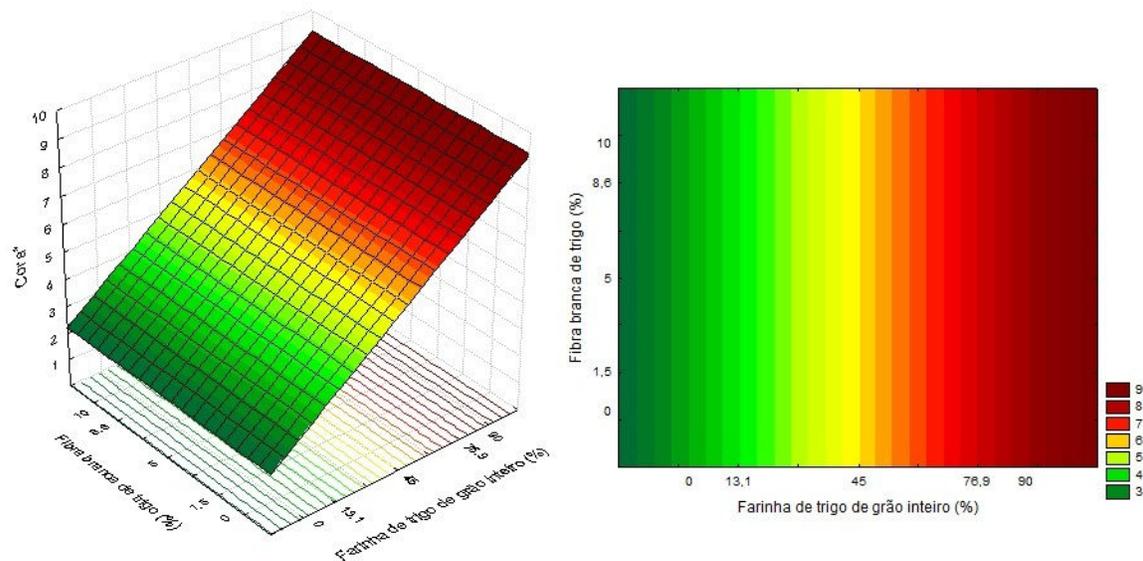


Figura 20. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta a^* - dia 57

Observa-se pelas Figuras 17 e 18 que a farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) contribuiu na diminuição da luminosidade (L^*) tornando as massas mais escuras, e o efeito da fibra branca de trigo sobre este parâmetro foi menor quando comparado ao efeito da FTGI no primeiro dia de análise. Os valores positivos de a^* (Figuras 19 e 20) e b^* indicam que as massas de pizza apresentaram maior intensidade da cor vermelha, ou maior tom alaranjado e os valores de a^* foram crescentes à medida que a quantidade de farinha de trigo de grão inteiro aumentou. Estes resultados eram esperados já que a farinha de trigo de grão inteiro por si possui luminosidade menor e valor positivo de a^* como pode ser observado na Tabela 7, tendo sido a FTGI, portanto, a principal fonte de variação independente destes parâmetros nas massas de pizza pré-assadas. Os valores de b^* variaram desde 21,66 a 25,12, indicando maior intensidade de cor amarela nas massas de pizza. Esta variação na intensidade de cor amarela nas amostras não foi expressiva, já que não foi possível obter um modelo preditivo para esta resposta, dentro das condições estudadas para as duas variáveis independentes.

6.4.6 pH

O pH dos alimentos tem extrema importância no que diz respeito à sua conservação, pois está relacionado com a deterioração do alimento com crescimento de micro-organismos e com a atividade enzimática (SMITH et al., 2003; CECCHI, 2007). A análise de pH foi escolhida baseada no estudo feito por Pinho, Machado e Furlong (2001), os quais determinaram que esta seria uma das análises indicadoras da qualidade tecnológica de massas de pizzas semiprontas. Segundo Smith et al. (2003) o pH de pães brancos e com grão inteiro de trigo são 5,7 e 5,6 respectivamente, sendo estes produtos classificados como de baixa acidez. Pinho, Machado e Furlong (2001) obtiveram para massas de pizza semiprontas um pH entre 5,5 e 5,8. Para Quaglia (1991), os níveis de pH para produtos de panificação está na faixa de 5,2 a 5,6. Moroni et al. (2011) obtiveram para pães feitos com trigo sarraceno pH entre 4,59 e 6,28.

Como pode ser observado na Tabela 53, o pH das massas de pizza deste trabalho variaram, no primeiro dia de análise após o processamento, entre 4,88 e 6,04, tendo sido para a formulação com 100% de farinha de trigo refinada para pizza (FC1) igual a 4,94 e para o ensaio com 100% de farinha de trigo de grão inteiro (FC2) igual a 5,05. Já no último dia de análise, dia 57 após o processamento, o pH das amostras variaram desde 5,38 a 5,95. Nota-se que os valores obtidos em todos os dias de avaliação (Tabela 53) são próximos aos obtidos pelos autores anteriormente citados, provavelmente por se tratarem as massas de pizza pré-assadas produtos semelhantes aos pães, em relação à composição de suas formulações, ao uso de fermento biológico e às condições de processamento. O tempo de fermentação total das massas de pizza foi de 1 hora, enquanto que no trabalho de Moroni et al. (2011), 40 minutos para pães, o que pode explicar os valores próximos do pH desses dois produtos, já que a fermentação é o principal mecanismo que afeta este parâmetro.

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 53 foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para o pH das massas de pizza. Pela análise dos coeficientes de regressão (Anexos LA a LF), verificou-se que não foi possível estabelecer um modelo preditivo para o pH das massas de pizza, em

todos os dias analisados, em função das duas variáveis estudadas. Nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$).

Tabela 53. pH das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 1	Dia 10	Dia 20	Dia 30	Dia 44	Dia 57
1	-1	-1	5,84 ^{ab}	5,87 ^a	5,70 ^{ab}	5,73 ^{ab}	5,62 ^b	5,38 ^c
2	1	-1	6,04 ^a	5,98 ^a	5,81 ^{bc}	5,93 ^{ab}	5,75 ^c	5,49 ^d
3	-1	1	5,72 ^a	5,73 ^a	5,67 ^a	5,63 ^a	5,46 ^b	5,35 ^b
4	1	1	5,27 ^c	5,77 ^b	5,97 ^a	5,64 ^b	5,64 ^b	5,63 ^b
5	-1,41	0	5,41 ^{ab}	5,44 ^{ab}	5,44 ^b	5,40 ^b	5,30 ^b	5,62 ^a
6	1,41	0	5,49 ^c	5,57 ^{bc}	5,57 ^b	5,59 ^{bc}	5,55 ^{bc}	5,95 ^a
7	0	-1,41	5,17 ^{bc}	5,73 ^a	5,72 ^a	5,55 ^{abc}	5,36 ^c	5,63 ^{ab}
8	0	1,41	5,51 ^{bc}	5,34 ^d	5,56 ^{ab}	5,39 ^{cd}	5,35 ^d	5,70 ^a
9	0	0	4,88 ^c	5,67 ^{ab}	5,76 ^a	5,51 ^b	5,40 ^b	5,41 ^b
10	0	0	5,56 ^{bc}	5,47 ^d	5,57 ^b	5,48 ^{cd}	5,44 ^d	5,74 ^a
11	0	0	5,47 ^b	5,38 ^b	5,48 ^b	5,38 ^b	5,46 ^b	5,63 ^a
FC1	-	-	4,94 ^a	5,52 ^a	5,78 ^a	5,61 ^a	5,37 ^a	5,47 ^a
FC2	-	-	5,05 ^a	5,73 ^a	5,82 ^a	5,63 ^a	5,67 ^a	5,69 ^a

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Foi feito o teste de médias de Tukey (Tabela 53), com $p < 0,05$, para verificar se houve diferença entre os dias para cada um dos ensaios do planejamento experimental. Durante o período de estocagem para todos os ensaios, também não foi possível estabelecer uma tendência da variação do pH, isto é, não houve uma tendência na diminuição ou aumento do pH das massas de pizza com a estocagem, como observado na Figura 21.

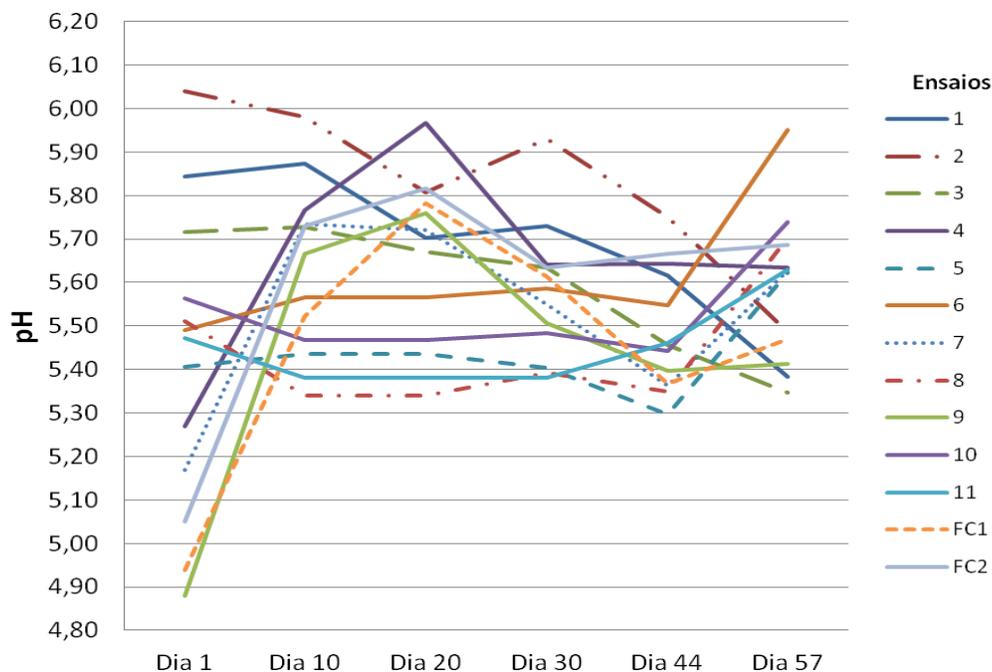


Figura 21. Evolução do pH das massas de pizza pré-assadas durante armazenamento refrigerado

6.4.7 Acidez total titulável (ATT)

Coda et al. (2011) determinaram a acidez total titulável, em mL de NaOH 0,1 N por 10 g de amostra, de pães com grãos africanos e com trigo, e obtiveram valores de 4,3 a 7,6 mL para os pães com grãos africanos e fermentação natural (*sourdough*), 3,3 mL para os pães com farinha de trigo e fermentação natural (*sourdough*) e 2,0 mL para as amostras de pães feitos com farinha de trigo, sem fermentação natural (*sourdough*). Penella, Tamayo-Ramos e Haros (2011) obtiveram, para pães feitos com farinha de trigo de grão inteiro, acidez total titulável, em mL de NaOH 0,1 N por 10 g de amostra, 4,19 mL.

A quantidade gasta, em volume, de NaOH 0,1N para titulação de 10 g das amostras de massas de pizza variou entre 3,87 mL NaOH e 5,73 mL no primeiro dia de análise. Podem-se observar os demais valores obtidos durante a estocagem refrigerada na Tabela 54. Esperava-se que os valores da acidez total titulável aumentassem com a estocagem das massas de pizza, já que foi utilizada farinha de trigo de grão inteiro, produto que é mais suscetível à hidrólise de seus lipídios, que são encontrados em maior quantidade que nas demais matérias-

primas. O gérmen do trigo contém a maior parte dos lipídios do grão do trigo e este produto é rico em enzimas (IBANOGLU, 2002), e a atuação destas sobre os lipídios resulta no aumento da acidez da farinha de trigo de grão inteiro com a estocagem. Porém não foi observado o aumento da acidez com a estocagem e sim o oposto, verificou-se que a acidez diminuiu neste trabalho. É possível que a estocagem refrigerada tenha retardado a hidrólise dos lipídios.

Tabela 54. Acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 1	Dia 10	Dia 20	Dia 30	Dia 44	Dia 57
1	-1	-1	4,26 ^a	4,40 ^a	3,80 ^b	3,93 ^b	3,73 ^b	3,73 ^b
2	1	-1	5,73 ^a	5,68 ^a	4,83 ^b	4,78 ^b	4,77 ^b	4,67 ^b
3	-1	1	3,98 ^a	4,03 ^a	3,43 ^b	3,89 ^{ab}	3,87 ^{ab}	3,47 ^b
4	1	1	4,98 ^a	4,03 ^b	5,21 ^a	3,70 ^c	3,77 ^{bc}	3,90 ^{bc}
5	-1,41	0	3,87 ^a	3,47 ^a	3,47 ^a	3,47 ^a	3,87 ^a	3,53 ^a
6	1,41	0	5,07 ^a	4,53 ^a	4,37 ^a	4,60 ^a	4,97 ^a	4,87 ^a
7	0	-1,41	4,68 ^a	4,60 ^a	4,90 ^a	4,20 ^b	4,13 ^b	4,00 ^b
8	0	1,41	4,20 ^a	3,73 ^{ab}	3,53 ^b	3,43 ^b	3,93 ^{ab}	3,83 ^{ab}
9	0	0	4,63 ^a	4,50 ^a	3,63 ^c	3,87 ^{bc}	4,07 ^b	3,53 ^c
10	0	0	4,27 ^a	3,70 ^{ab}	3,93 ^b	3,80 ^b	3,60 ^b	3,83 ^b
11	0	0	4,50 ^a	4,10 ^{ab}	4,13 ^{ab}	4,07 ^b	4,13 ^{ab}	4,17 ^{ab}
FC1	-	-	4,80 ^a	4,30 ^b	4,37 ^{ab}	4,40 ^{ab}	3,77 ^c	3,93 ^{bc}
FC2	-	-	4,83 ^a	5,07 ^a	5,30 ^a	4,87 ^a	4,70 ^a	4,53 ^a

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Pela análise dos coeficientes de regressão obtidos da análise dos dados das nas Tabelas 55 a 57, somente para os dias 1, 30 e 57 verificou-se que os efeitos das variáveis FTGI e FBT tiveram influência significativa nesta resposta. Pela análise dos coeficientes de regressão dos demais dias de análise (Anexos MA a MC), verificou-se que não foi possível estabelecer um modelo preditivo, em função das duas variáveis estudadas. Nenhum efeito linear, quadrático ou de interação entre as variáveis apresentou significância ($p < 0,10$).

Tabela 55. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) das massas de pizza pré-assadas – Dia 1

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	4,53	0,15	29,73	0,00	4,22	4,84
FTGI linear*	0,52	0,09	5,57	0,00	0,33	0,71
FTGI quadrático	0,04	0,11	0,35	0,74	-0,19	0,26
FBT linear*	-0,21	0,09	-2,29	0,07	-0,40	-0,03
FBT quadrático	0,02	0,11	0,22	0,84	-0,20	0,25
FTGI x FBT	-0,12	0,13	-0,88	0,42	-0,38	0,15

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Tabela 56. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) das massas de pizza pré-assadas – Dia 30

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	4,06	0,14	29,74	0,00	3,78	4,33
FTGI linear*	0,28	0,08	3,39	0,02	0,11	0,45
FTGI quadrático	0,03	0,10	0,26	0,81	-0,17	0,23
FBT linear*	-0,27	0,08	-3,29	0,02	-0,44	-0,11
FBT quadrático	-0,08	0,10	-0,83	0,44	-0,28	0,12
FTGI x FBT*	-0,26	0,12	-2,20	0,08	-0,50	-0,02

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Tabela 57. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) das massas de pizza pré-assadas – Dia 57

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	4,02	0,12	34,93	0,00	3,79	4,25
FTGI linear*	0,41	0,07	5,76	0,00	0,26	0,55
FTGI quadrático	0,06	0,08	0,71	0,51	-0,11	0,23
FBT linear*	-0,16	0,07	-2,25	0,07	-0,30	-0,02
FBT quadrático	-0,08	0,08	-0,98	0,37	-0,25	0,09
FTGI x FBT	-0,13	0,10	-1,25	0,27	-0,33	0,08

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

Os modelos com as variáveis codificadas, incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,10$, são expressos por:

$$\text{ATT Dia 1 (mL NaOH 0,1N/10g)} = 4,58 + (0,52 * \text{FTGI}) - (0,21 * \text{FBT})$$

$$\text{ATT Dia 30 (mL NaOH 0,1N/10g)} = 4,01 + (0,28 * \text{FTGI}) - (0,27 * \text{FBT}) - (0,26 * \text{FTGI} * \text{FBT})$$

$$\text{ATT Dia 57 (mL NaOH 0,1N/10g)} = 4,01 + (0,41 * \text{FTGI}) - (0,16 * \text{FBT})$$

As Tabelas 58 a 60 da ANOVA para os dias 1, 30 e 57 de análise, respectivamente, mostram que houve um bom ajuste dos modelos, sendo a porcentagem de variação explicada pelo modelo obtido no primeiro dia de análise igual a 86,05% e o F calculado cerca de 8 vezes maior que o F tabelado. Para o dia 30, 81,63% e o F calculado cerca de 3 vezes maior que o F tabelado. Por fim, para o dia 57, 81,28% e o F calculado mais de 5 vezes maior que o F tabelado.

Tabela 58. ANOVA para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – Dia 1

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	2,53	2	1,26	24,59
Resíduos	0,41	8	0,05	
Falta de Ajuste	0,31	6	0,05	
Erro puro	0,10	2	0,05	
Total	2,94	10		

% variação explicada (r^2) = 0,8605; $F_{2; 8; 0,10} = 3,11$

Tabela 59. ANOVA para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – Dia 30

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	1,51	3	0,50	10,61
Resíduos	0,33	7	0,05	
Falta de Ajuste	0,21	5	0,04	
Erro puro	0,13	2	0,06	
Total	1,85	10		

% variação explicada (r^2) = 0,8163; $F_{3; 7; 0,10} = 3,07$

Tabela 60. ANOVA para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – Dia 57

Fonte de variação	Soma quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	Fcalc
Regressão	1,52	2	0,76	17,78
Resíduos	0,34	8	0,04	
Falta de Ajuste	0,28	6	0,05	
Erro puro	0,06	2	0,03	
Total	1,87	10		

% variação explicada (r^2) = 0,8128; $F_{2; 8; 0,10} = 3,11$

Tendo em vista os resultados satisfatórios da análise de variância para os três dias de análise foi possível construir a superfície de resposta e curva de contorno para a resposta ATT (mL NaOH 0,1N) (Figuras 22 a 24).

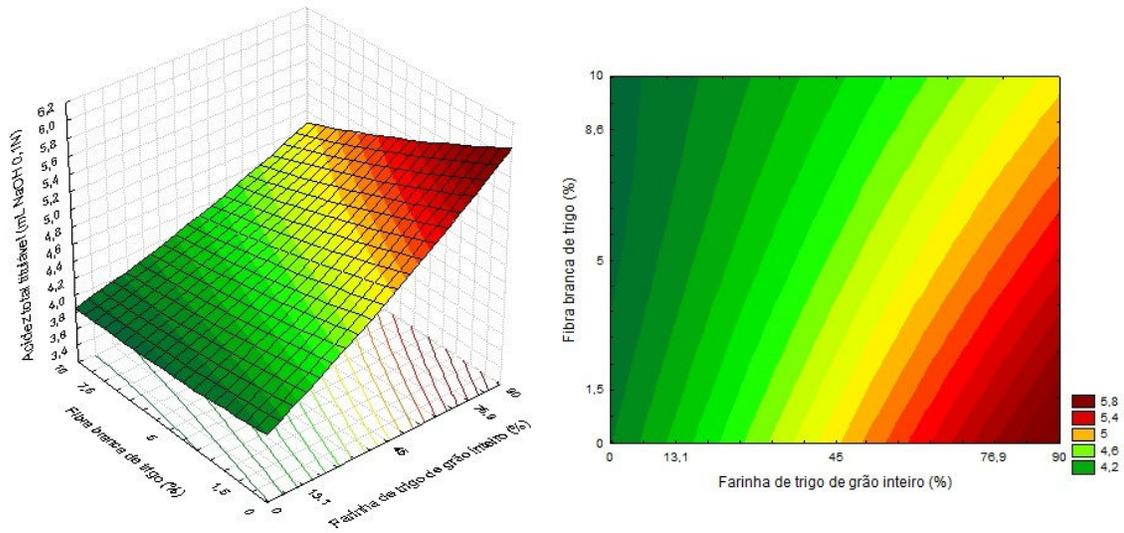


Figura 22. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – Dia 1

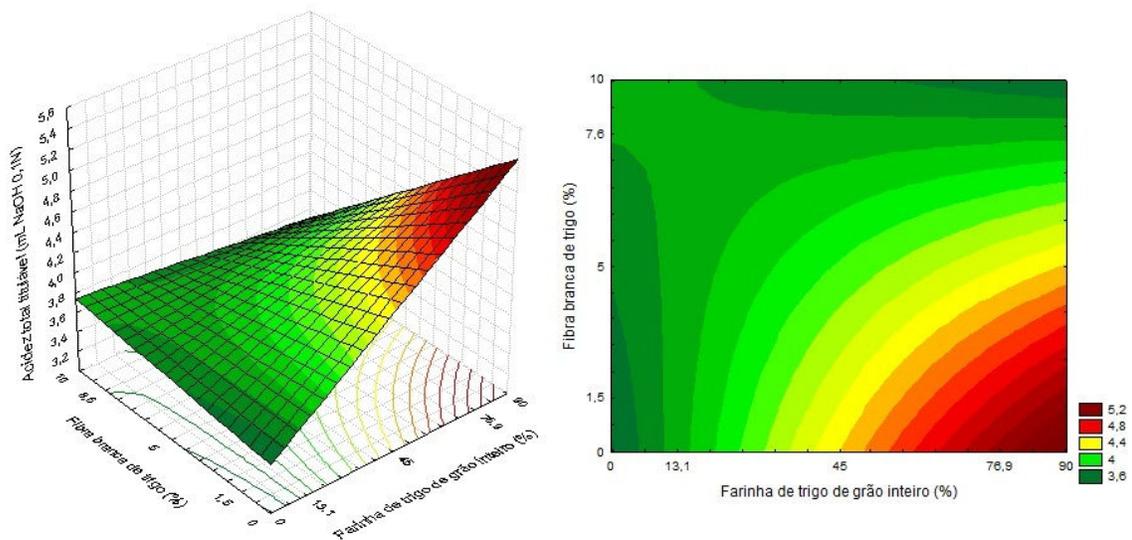


Figura 23. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – Dia 30

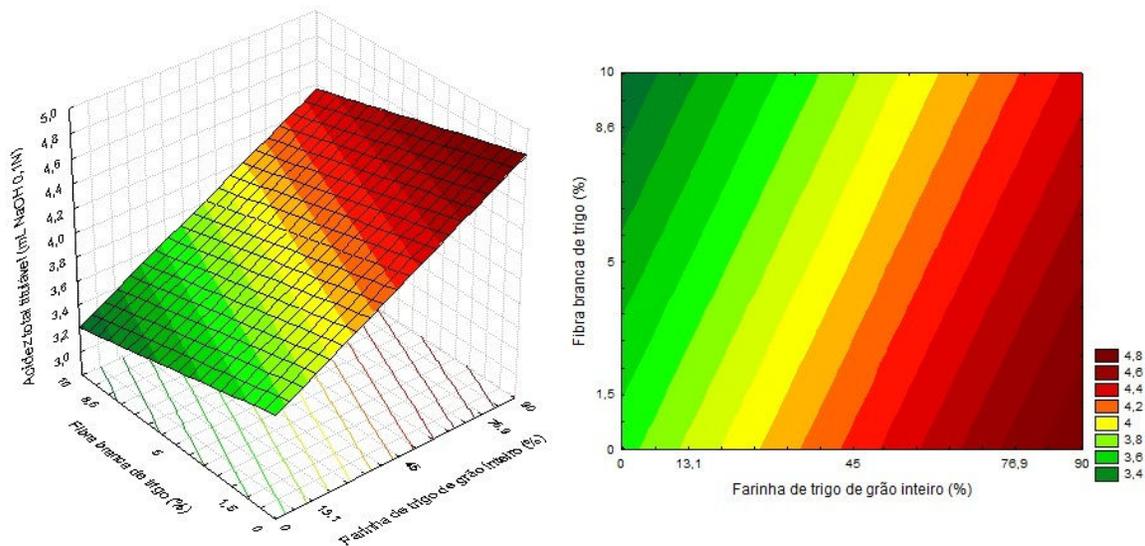


Figura 24. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) – Dia 57

Analisando-se as superfícies de resposta e as curvas de contorno do modelo para a acidez total titulável (mL NaOH 0,1N/10g) (Figuras 22 a 24) observa-se que os maiores valores para esta resposta são obtidos à medida que aumenta a quantidade de farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) utilizada na formulação. Os menores valores são resultado das maiores concentrações de fibra branca de trigo (FBT) e menores de FTGI.

6.5 Qualidade microbiológica

Segundo Cabo et al. (2001), as massas de pizza refrigeradas podem ser excelentes substratos para o crescimento microbiano, por este motivo, foram adotadas todas as medidas de caráter higiênico, sanitário e tecnológico para controlar este crescimento ou a sobrevivência microbiana, através da sanitização de todos os utensílios utilizados durante o processamento das massas de pizza com álcool etílico 70 %, utilização de conservante propionato de cálcio na massa e aspersão de conservante sorbato de potássio em solução alcoólica nas embalagens antes da selagem destas.

Nas Tabelas 61 a 63, encontram-se as contagens total, de bolores e leveduras e de psicrotróficos, todos com unidade UFC x g⁻¹, nas amostras de massa de pizza pré-assadas durante o período de armazenamento refrigerado. Sobre a análise de coliformes totais não foi confirmada a presença destes micro-organismos em todos os dias analisados, portanto, o NMP (número mais provável) das amostras de massas de pizza, durante toda a estocagem refrigerada, foi < 3 x g⁻¹. Rodríguez, Medina e Jordano (2003) determinaram a contagem de bolores e leveduras em massas de pizza pré-assadas e no último dia de estocagem (dia 31) à temperatura ambiente a contagem chegou à ordem de 10⁴ UFC x g⁻¹ nas amostras.

Tabela 61. Contagem total padrão em placas (UFC x g⁻¹) nas massas de pizza pré-assadas durante o armazenamento refrigerado

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 2	Dia 11	Dia 21	Dia 31	Dia 45	Dia 58
1	-1	-1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	5,35 x 10 ²	2,48 x 10 ³	7,30 x 10 ⁴	>1 x 10 ⁵
2	1	-1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	2,10 x 10 ³	1,97 x 10 ³	1,04 x 10 ⁴	1,08 x 10 ⁴
3	-1	1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	3,45 x 10 ³	1,98 x 10 ³	1,96 x 10 ³	4,65 x 10 ⁴
4	1	1	<1 x 10 ²	5,85 x 10 ²	1,16 x 10 ³	2,31 x 10 ⁴	3,10 x 10 ⁴	>1 x 10 ⁵
5	-1,41	0	5,95 x 10 ²	<1 x 10 ²	4,20 x 10 ³	7,60 x 10 ³	1,28 x 10 ³	4,55 x 10 ³
6	1,41	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	3,65 x 10 ³	4,30 x 10 ³	7,65 x 10 ³	1,36 x 10 ⁴
7	0	-1,41	2,95 x 10 ²	8,00 x 10 ²	1,35 x 10 ⁴	5,55 x 10 ³	6,25 x 10 ⁴	>1 x 10 ⁵
8	0	1,41	1,32 x 10 ³	3,55 x 10 ³	2,75 x 10 ³	1,34 x 10 ⁴	6,00 x 10 ³	>1 x 10 ⁵
9	0	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,75 x 10 ³	1,32 x 10 ³	1,20 x 10 ⁴	>1 x 10 ⁵
10	0	0	<1 x 10 ²	2,85 x 10 ³	1,90 x 10 ³	4,85 x 10 ³	4,50 x 10 ⁴	>1 x 10 ⁵
11	0	0	4,20 x 10 ²	<1 x 10 ²	4,05 x 10 ³	6,30 x 10 ³	1,21 x 10 ⁴	1,02 x 10 ⁴
FC1	-	-	<1 x 10 ²	9,95 x 10 ²	4,50 x 10 ³	1,00 x 10 ⁴	1,26 x 10 ⁴	>1 x 10 ⁵
FC2	-	-	<1 x 10 ²	2,07 x 10 ³	2,22 x 10 ³	6,70 x 10 ³	3,75 x 10 ⁴	>1 x 10 ⁵

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Tabela 62. Contagem de bolores e leveduras (UFC x g⁻¹) nas massas de pizza pré-assadas durante o armazenamento refrigerado

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 2	Dia 11	Dia 21	Dia 31	Dia 45	Dia 58
1	-1	-1	<1 x 10 ²	2,50 x 10 ²	<1 x 10 ²	2,05 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
2	1	-1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	2,20 x 10 ²	1,95 x 10 ²	<1 x 10 ²
3	-1	1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	5,35 x 10 ²	<1 x 10 ²
4	1	1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
5	-1,41	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,75 x 10 ²	2,55 x 10 ²
6	1,41	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,70 x 10 ²
7	0	-1,41	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,95 x 10 ²	6,75 x 10 ²	3,30 x 10 ²	<1 x 10 ²
8	0	1,41	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
9	0	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	6,40 x 10 ²	<1 x 10 ²
10	0	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	2,75 x 10 ²	3,90 x 10 ²	1,60 x 10 ²	1,60 x 10 ²
11	0	0	<1 x 10 ²	1,95 x 10 ²	2,55 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,70 x 10 ²
FC1	-	-	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	2,50 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,90 x 10 ²	3,95 x 10 ²
FC2	-	-	<1 x 10 ²	4,00 x 10 ²	<1 x 10 ²	6,40 x 10 ²	2,80 x 10 ²	<1 x 10 ²

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Tabela 63. Contagem de micro-organismos psicrotrofos (UFC x g⁻¹) nas massas de pizza pré-assadas durante o armazenamento refrigerado

Ensaio	FTGI	FBT	Dia 2	Dia 11	Dia 21	Dia 31	Dia 45	Dia 58
1	-1	-1	<1 x 10 ²	6,55 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
2	1	-1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	3,60 x 10 ²	1,90 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
3	-1	1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	3,20 x 10 ²	<1 x 10 ²
4	1	1	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
5	-1,41	0	<1 x 10 ²	1,50 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
6	1,41	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,85 x 10 ²	<1 x 10 ²
7	0	-1,41	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,70 x 10 ²	4,00 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
8	0	1,41	<1 x 10 ²	1,65 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	2,60 x 10 ²
9	0	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
10	0	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	3,45 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²
11	0	0	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,55 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,75 x 10 ²
FC1	-	-	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,65 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	4,25 x 10 ²
FC2	-	-	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	<1 x 10 ²	1,50 x 10 ²	2,05 x 10 ²

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro

Segundo a Portaria 451, de 19 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), para o grupo de alimentos pão e produtos de panificação, o limite máximo para bolores e leveduras é 5×10^3 UFC \times g⁻¹ e para coliformes fecais o NMP máximo deve ser $10 \times$ g⁻¹. Para contagem padrão em placas e coliformes totais não é definido um limite de tolerância. A Resolução RDC n°12, apesar de revogar a Portaria 451, não traz os limites máximos, em alimentos, das análises escolhidas neste trabalho para o acompanhamento da qualidade microbiológica das massas de pizza.

Considerando-se as massas de pizza pré-assadas desenvolvidas neste trabalho como produtos de panificação, e frente aos resultados abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira até o último dia de análise, dia 58 após o processamento, na contagem de coliformes e bolores e leveduras nas amostras de massa de pizza pré-assadas, pode-se dizer que a qualidade microbiológica dos produtos obtidos foi satisfatória, e que seu *shelf-life* pode ser de até 58 dias, sob armazenagem refrigerada. Alguns autores, como medida para extensão do *shelf-life* de massas de pizza semiprontas recheadas avaliaram a eficácia da embalagem com atmosfera modificada, com CO₂ e N₂, chegando a resultados satisfatórios, com aumento de até 3 vezes a vida de prateleira destes produtos (SINGH, WANI e GOYAL, 2010; SINGH, WANI e GOYAL, 2011).

6.6 Ponto ótimo

A escolha do ponto ótimo foi baseada no teor de fibras, já que um dos objetivos deste estudo foi desenvolver massas de pizzas pré-assadas com alto teor de fibras. A legislação Brasileira descreve que a alegação “alto teor de fibras” pode ser utilizado em produtos que contiverem pelo menos 6 g de fibras por 100 g de produto sólido (BRASIL, 1998). Além disso, como foi observado em todos os resultados acima expressos, não houve nenhum parâmetro de qualidade tecnológica das massas de pizza que foi determinante para a definição de um ensaio que se destacou dentre os demais, ou seja, todos os ensaios tiveram qualidade tecnológica aceitável.

A partir da determinação teórica do teor de fibras no produto final (Tabela 4 em Materiais e Métodos), foi feita a avaliação estatística do planejamento experimental para esta resposta. Pela análise dos coeficientes de regressão apresentada na Tabela 64 verificou-se a influência das duas fontes de fibra alimentar nesta resposta, como era esperado.

Tabela 64. Coeficientes de regressão para a resposta teor de fibras teórico das massas de pizza pré-assadas

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	6,64	0,00	1785,10	0,00	6,64	6,65
FTGI linear*	1,43	0,00	626,98	0,00	1,42	1,43
FTGI quadrático	0,00	0,00	1,77	0,14	-0,00	0,01
FBT linear*	2,00	0,00	876,95	0,00	1,99	2,00
FBT quadrático	-0,00	0,00	-0,51	0,63	-0,01	0,00
FTGI x FBT*	-0,01	0,00	-3,79	0,01	-0,02	-0,01

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

O modelo obtido, levando em consideração as variáveis significativas a $p < 0,10$, foi:

$$\text{Teor de fibras teórico (\%)} = 6,65 + (1,43 * \text{FTGI}) + (2,00 * \text{FBT}) - (0,01 * \text{FTGI} * \text{FBT})$$

Com base deste modelo, determinou-se 2 formulações que contivessem pelo menos 6% de fibra alimentar, assim como 1 delas (V1) contivesse apenas farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e a outra (V2), somente fibra branca de trigo (FBT). Além disso, a formulação V1 deveria ter pelo menos 51% do grão inteiro.

Os valores codificados escolhidos para as duas formulações foram, portanto, V1 com FTGI = 1,25 e FBT = -1,41, e V2 com FTGI = -1,41 e FBT = 1,25.

A Figura 25 mostra a superfície de resposta e a curva de contorno do modelo do teor de fibras teórico.

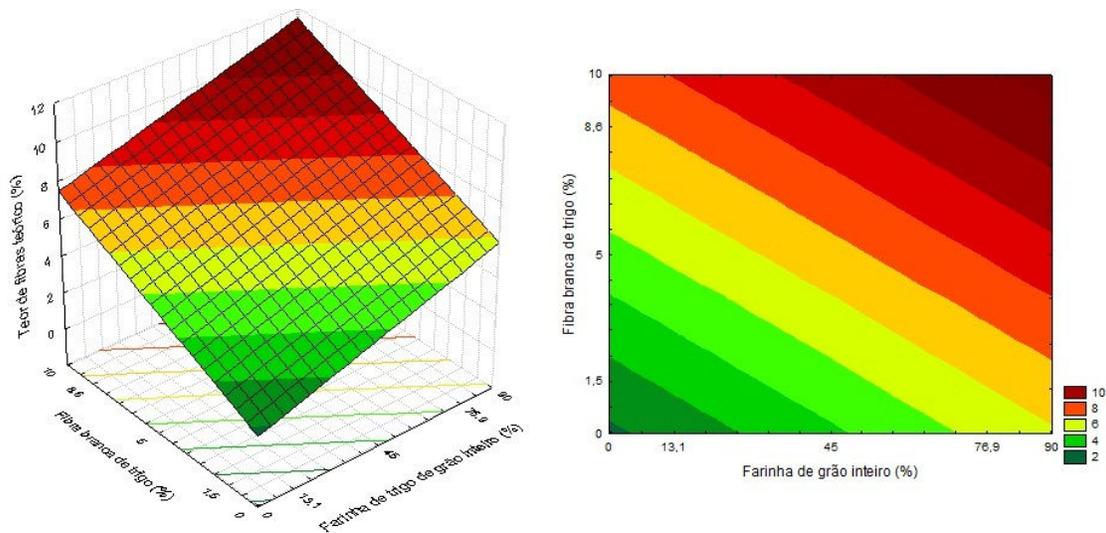


Figura 25. Superfície de resposta e curva de contorno para a resposta teor de fibras teórico (%)

Optou-se então por trabalhar com 3 formulações para a validação do experimento: o ponto central do planejamento experimental ©, pois este ensaio possui teor de fibra teórico igual a 6,6 g de fibra em 100 g do produto (e as 2 fontes de fibra, FTGI e FBT), e as formulações V1 e V2, que apresentam 5,6% e 7,1% de fibras, respectivamente. A formulação V1 não atingiu 6% de fibras no produto final, mas corresponde no produto final a 57,5% de grão inteiro, alcançando os 51% desejados, como dito anteriormente.

Os mesmos procedimentos utilizados no desenvolvimento dos ensaios do planejamento experimental foram adotados para o processamento das amostras escolhidas para a validação deste experimento. As análises foram conduzidas por até 57 dias após o processamento com as amostras estocadas sob refrigeração.

Como foram obtidos modelos para predição das respostas volume específico, espessura, cor L^* , cor a^* e acidez das massas de pizza pré-assadas, foram realizadas as mesmas análises para estes 3 ensaios, a fim de comparar os resultados experimentais destes ensaios com os resultados obtidos através dos modelos e validar o experimento.

Na Tabela 65 a 67 estão os valores obtidos através dos modelos e os valores reais obtidos na validação dos 3 ensaios: V1, V2 e ponto central ©, além dos erros absolutos e relativos (%).

A partir dos valores dos erros relativos, os quais foram abaixo de 15%, verifica-se que os modelos para volume específico, espessura, cor L*, cor a* e acidez das massas de pizza pré-assadas, utilizando-se farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e fibra branca de trigo (FTB) como variáveis independentes, dentro dos intervalos estudados, são válidos e podem ser utilizados para descrever o comportamento das massas de pizza pré-assadas quando enriquecidas com estas fontes de fibras (FTGI e FTB), dentro dos intervalos estudados.

Tabela 65. Resultados reais e obtidos pelos modelos do ensaio V1

	Dia 1				Dia 57			
	Real	Mod	Erro absoluto	Erro relativo (%)	Real	Mod	Erro absoluto	Erro relativo (%)
Volume específico (mL/g)	4,79	5,06	-0,27	-5,64	-	-	-	-
Espessura (mm)	7,43	7,24	0,19	2,56	-	-	-	-
Cor L	64,59	63,93	0,66	1,02	61,57	63,54	-1,97	-3,20
Cor a	7,12	7,33	-0,21	-2,95	8,71	7,93	0,78	8,96
Acidez	5,03	5,53	-0,50	-9,79	4,83	5,53	0,70	-14,33

V1: 84,89% FTGI + 0% FBT.

Tabela 66. Resultados reais e obtidos pelos modelos do ensaio V2

	Dia 1				Dia 57			
	Real	Mod	Erro absoluto	Erro relativo (%)	Real	Mod	Erro absoluto	Erro relativo (%)
Volume específico (mL/g)	5,24	5,02	0,22	4,20	-	-	-	-
Espessura (mm)	7,90	7,65	0,25	3,16	-	-	-	-
Cor L	79,29	76,07	3,22	4,06	76,23	76,73	-0,50	-0,66
Cor a	2,62	2,68	-0,06	-2,29	2,86	3,25	-0,39	-13,64
Acidez	3,63	3,58	0,07	1,35	3,83	3,58	0,25	6,50

V2: 0% FTGI + 9,43% FBT.

Tabela 67. Resultados reais e obtidos pelos modelos do ensaio C

	Dia 1				Dia 57			
	Real	Mod	Erro absoluto	Erro relativo (%)	Real	Mod	Erro absoluto	Erro relativo (%)
Volume específico (mL/g)	3,50	3,74	-0,24	-6,86	-	-	-	-
Espessura (mm)	8,24	8,49	-0,25	-3,03	-	-	-	-
Cor L	69,14	71,35	-2,21	-3,20	68,80	69,74	-0,94	-1,37
Cor a	5,55	5,96	-0,41	-7,39	6,50	5,73	0,77	11,85
Acidez	4,00	4,58	-0,58	-14,50	4,53	4,58	-0,05	-1,03

C: 45% FTGI + 5% FBT

6.7 Análise Sensorial

Com base nos resultados obtidos nos ensaios do Planejamento Experimental, os 3 ensaios selecionados para a validação do experimento foram escolhidos juntamente com a formulação controle com 100% farinha de trigo refinada (FC) para a submissão aos dois testes sensoriais distintos. Na Tabela 68 estão os valores codificados e reais das duas variáveis: farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e fibra branca de trigo (FBT) utilizados em cada ensaio.

Tabela 68. Ensaios do Planejamento Experimental utilizados na avaliação sensorial com os níveis codificados e reais das variáveis independentes e teor de fibra teórico no produto final

Ensaio	Variáveis independentes				Farinha de trigo	Teor de fibra no produto final (%)*
	Níveis codificados		Níveis reais			
	x1	x2	FTGI	FBT		
FC	-	-	0,0	0,0	100,0	1,8
V1	1,25	-1,41	84,9	0,0	15,1	5,6
V2	-1,41	1,25	0,0	9,4	90,6	7,1
C	0	0	45,0	5,0	50,0	6,6

FC = formulação sem substituição ou 100% farinha de trigo refinada para pizza; V1 = 84,89% FTGI + 0% FBT; V2 = 0% FTGI + 9,43% FBT; e C = 45% FTGI + 5% FBT. *Calculado segundo modelo obtido.

6.7.1 Teste de Aceitação Visual das Massas de Pizza Pré-Assadas

Na primeira avaliação sensorial, as amostras de massas de pizza pré-assadas foram apresentadas individualmente em embalagens plásticas e avaliadas somente visualmente. Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA/Teste de Tukey a 95% de confiabilidade e como pode ser observado na Tabela 69, as amostras não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si na aceitação de nenhum dos atributos avaliados, que foram: cor, aparência e impressão global.

Tabela 69. Médias dos valores atribuídos pelos provadores para a aceitação de cor, aparência e impressão global das amostras de massas de pizza pré-assadas

Atributos	FC	V1	V2	C
Cor	6,7 ± 2,0 ^a	6,1 ± 2,2 ^a	6,6 ± 2,2 ^a	6,5 ± 1,8 ^a
Aparência	6,2 ± 2,0 ^a	6,0 ± 2,1 ^a	6,6 ± 2,0 ^a	6,5 ± 2,0 ^a
Impressão Global	6,4 ± 2,0 ^a	6,2 ± 2,1 ^a	6,7 ± 2,0 ^a	6,5 ± 1,8 ^a

Cada valor representa a média ± desvio padrão, onde n = 60; Médias com a mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FC = formulação sem substituição ou 100% farinha de trigo refinada para pizza; V1 = 84,89% FTGI + 0% FBT; V2 = 0% FTGI + 9,43% FBT; e C = 45% FTGI + 5% FBT.

As médias entre 6 e 7 correspondem aos termos hedônicos gostei ligeiramente e gostei moderadamente, respectivamente. Desta forma, todas as 4 amostras foram bem avaliadas pelos provadores, de acordo com os valores das médias dos atributos (Tabela 69), que variaram desde 6,0 a 6,7.

As médias que não diferiram estatisticamente para cada atributo avaliado mostram que, de maneira geral, não houve diferença de aceitação pelos consumidores de pizza em relação às amostras, visualmente.

Durante a compilação dos dados obtidos, observou-se que, em alguns casos, aqueles consumidores que aceitam as amostras mais claras, sem aparentar ter fibras, no caso, as amostras FC e V2, rejeitam as amostras mais escuras V1 e C, assim como o contrário também ocorreu, o que pode também explicar a não diferença significativa entre as amostras e as médias por volta de 6.

As Figuras de 26 a 28 apresentam as frequências de notas hedônicas dos atributos: cor, aparência e impressão global da amostras de massas de pizza avaliadas neste trabalho.

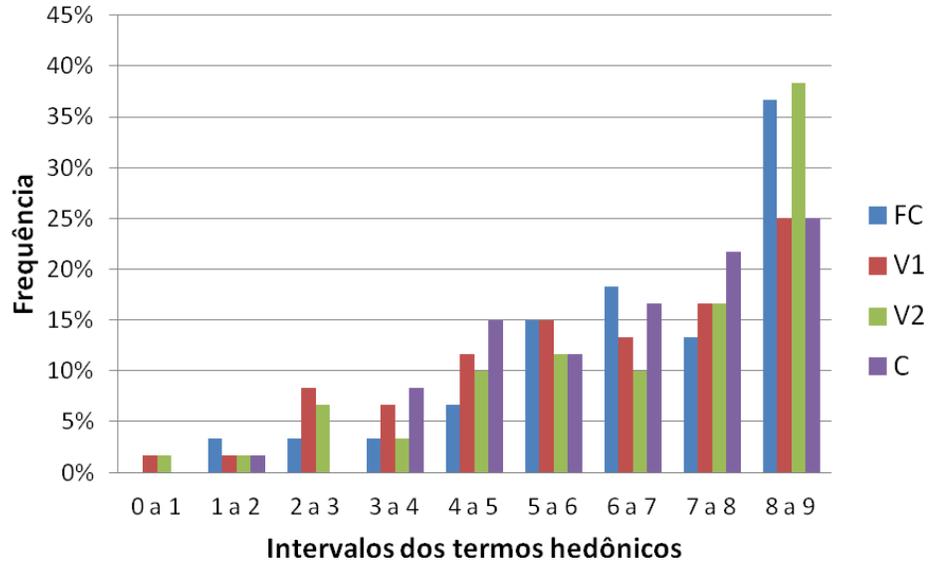


Figura 26. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo cor

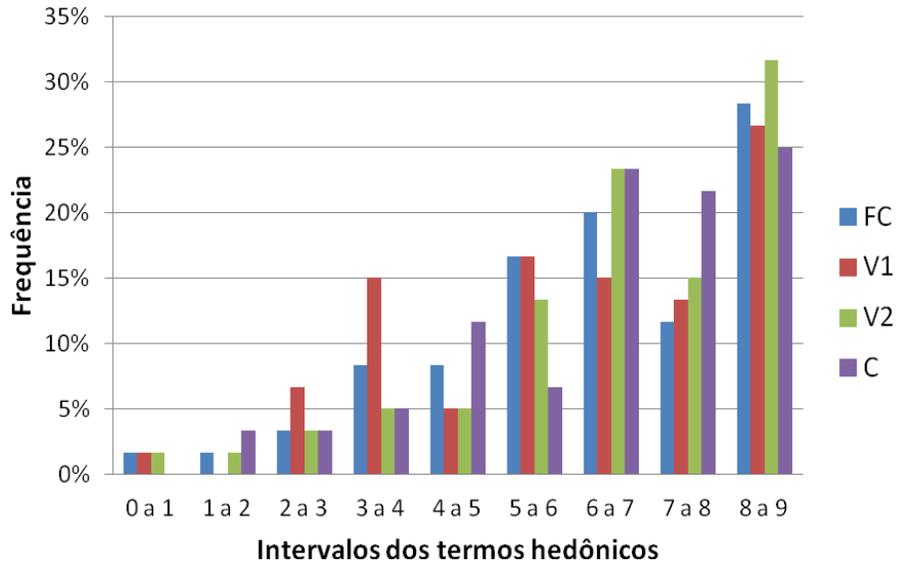


Figura 27. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo aparência

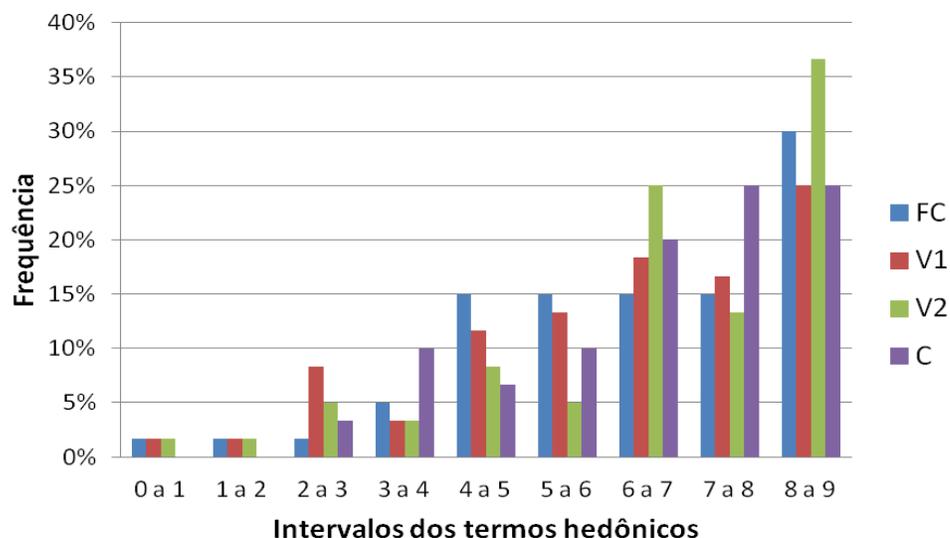


Figura 28. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo impressão global

6.7.2 Teste de Intenção de compra Visual das Massas de Pizza Pré-Assadas

A Figura 29 apresenta os resultados para o teste de intenção de compra de amostras de massas de pizza pré-assadas avaliadas visualmente.

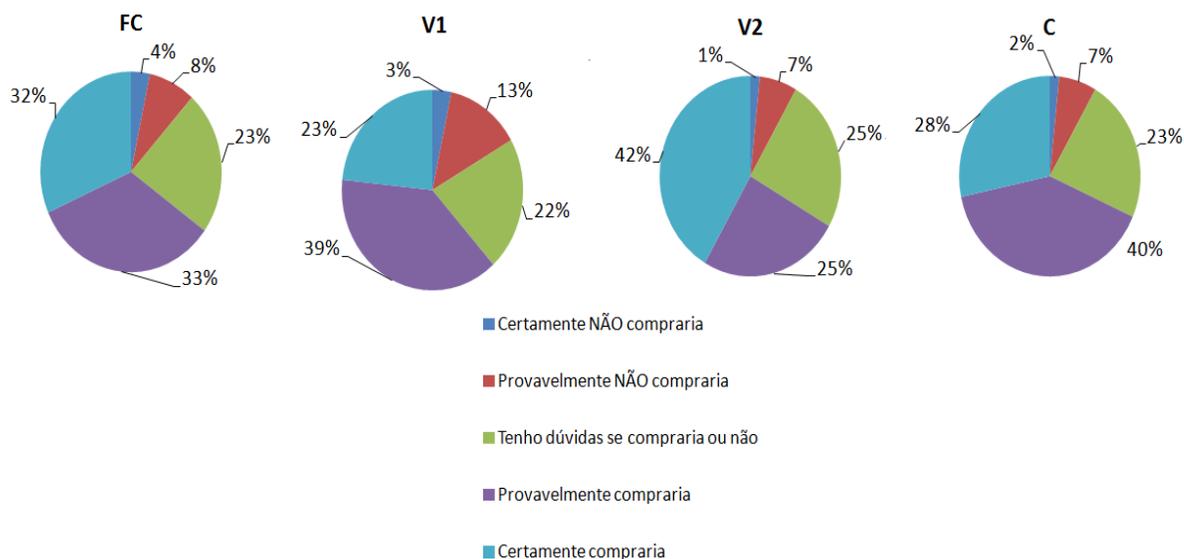


Figura 29. Intenção de compra das amostras de massas de pizza pré-assadas avaliadas visualmente. FC = formulação sem substituição ou 100% farinha de trigo refinada para pizza; V1 = formulação com substituição da farinha refinada somente por farinha de trigo

A amostra C obteve a maior porcentagem de intenção de compra, com cerca de 68% dos consumidores localizados na atitude de compra entre “possivelmente compraria” e “certamente compraria”, seguida pela amostra V2, com 67%, FC com 65% e por último, a amostra V1, que obteve 62%. Dentre as amostras avaliadas, a amostra V1 obteve a maior atitude de intenção de compra negativa, com 16% dos consumidores localizados na atitude de compra “possivelmente não compraria” e “certamente não compraria”. Esta maior incidência coincide com as menores médias atribuídas pelos consumidores em relação aos atributos cor, aparência e impressão global para a amostra V1, apesar de estatisticamente não ter diferido das demais amostras ao ser aplicado o teste de diferenciação de médias.

6.7.3 Teste de Aceitação das Massas de Pizza Recheadas e Assadas

Na segunda avaliação sensorial, as massas de pizza pré-assadas foram então recheadas e reassadas, e provadas desta forma. Os resultados obtidos foram analisados por ANOVA/Teste de Tukey a 95% de confiabilidade. Como pode ser observado na Tabela 70, as amostras foram avaliadas quanto à aceitação dos atributos: aparência, sabor, textura e impressão global.

Com relação ao atributo aparência a amostra FC não diferiu significativamente ($p < 0,05$) das amostras V2 e C, mas foi diferente da amostra V1; V1 foi diferente de todas as demais e obteve a menor média (5,6) e V2 diferiu das amostras V1 e C. Em relação ao sabor das pizzas, as amostras FC, V2 e C não diferiram significativamente a $p < 0,05$ entre si; enquanto V1 foi diferente de V2 e obteve a menor média novamente (6,3). Não houve diferença entre as amostras quanto à aceitação da textura ($p < 0,05$). Por fim, a impressão global das amostras mostrou que: as amostras FC, V2 e C não diferiram entre si ($p < 0,05$), e a amostra V1 não diferiu da amostra C, mas foi significativamente diferente das amostras FC e V2, tendo apresentado novamente a menor média (6,2).

Tabela 70. Médias dos valores atribuídos pelos provadores para a aceitação de aparência, sabor, textura e impressão global das amostras de massas de pizza pré-assadas recheadas

Atributos	FC	V1	V2	C
Aparência	6,7 ± 1,6 ^{ab}	5,6 ± 2,1 ^c	7,0 ± 1,6 ^a	6,2 ± 1,5 ^b
Sabor	6,9 ± 1,6 ^{ab}	6,3 ± 1,8 ^b	6,9 ± 1,6 ^a	6,8 ± 1,5 ^{ab}
Textura	6,8 ± 1,6 ^a	6,2 ± 1,8 ^a	6,7 ± 1,6 ^a	6,6 ± 1,6 ^a
Impressão Global	7,2 ± 1,3 ^a	6,2 ± 1,6 ^b	7,0 ± 1,6 ^a	6,7 ± 1,3 ^{ab}

Cada valor representa a média ± desvio padrão, onde n = 63; Médias com a mesma letra, em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). FC = formulação sem substituição ou 100% farinha de trigo refinada para pizza; V1 = formulação com substituição da farinha refinada somente por farinha de trigo de grão inteiro; V2 = formulação com substituição da farinha refinada somente por fibra branca de trigo, e C = ponto central do planejamento experimental ou formulação com substituição da farinha refinada por farinha de trigo de grão inteiro e fibra branca de trigo.

As menores médias atribuídas à amostra V1 provavelmente estão relacionadas à cor mais escura resultante da maior porcentagem de farinha de trigo de grão inteiro nas massas. Mesmo com a colocação do recheio, os provadores perceberam diferença. A inclusão de fibra branca de trigo ou da mistura de farinha de trigo de grão inteiro e fibra branca de trigo para atingir níveis mais elevados de fibra alimentar foi uma estratégia interessante, já que os provadores aceitaram estas amostras da mesma forma que o controle com farinha refinada.

As Figuras de 30 a 33 apresentam as frequências de notas hedônicas dos atributos: aparência, sabor, textura e impressão global da amostras de massas de pizza avaliadas neste trabalho.

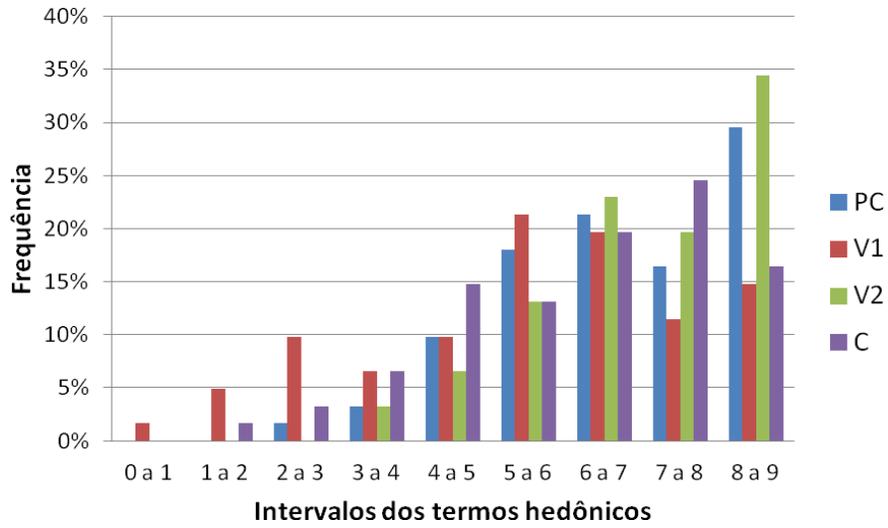


Figura 30. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo aparência das pizzas recheadas

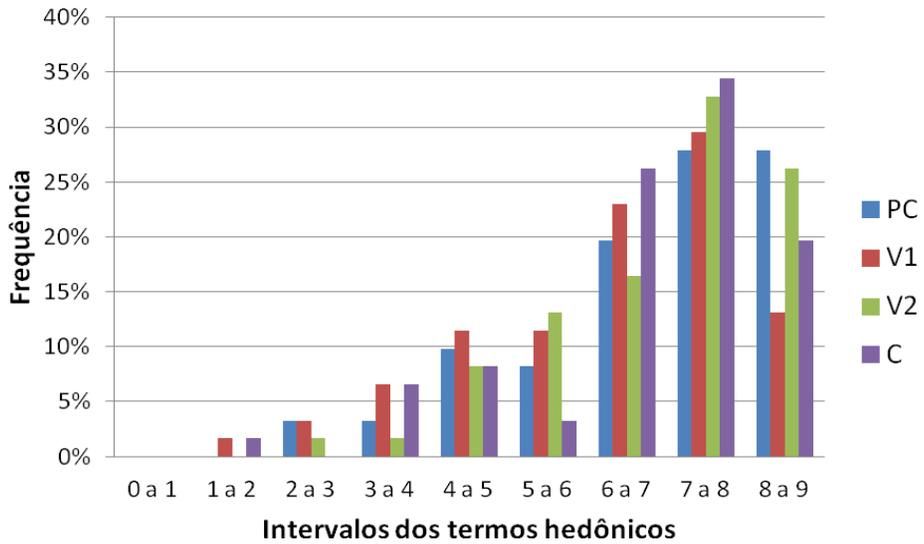


Figura 31. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo sabor das pizzas recheadas

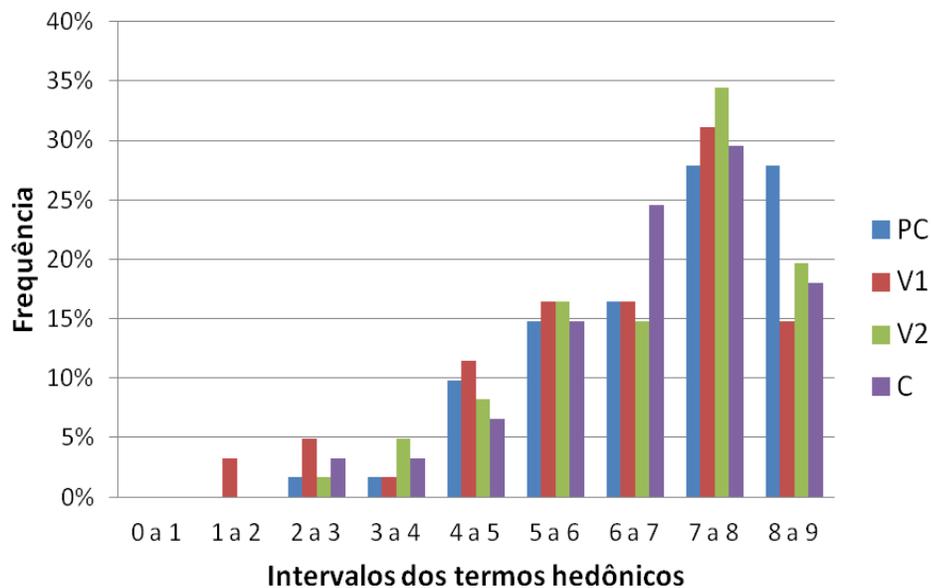


Figura 32. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo textura das pizzas recheadas

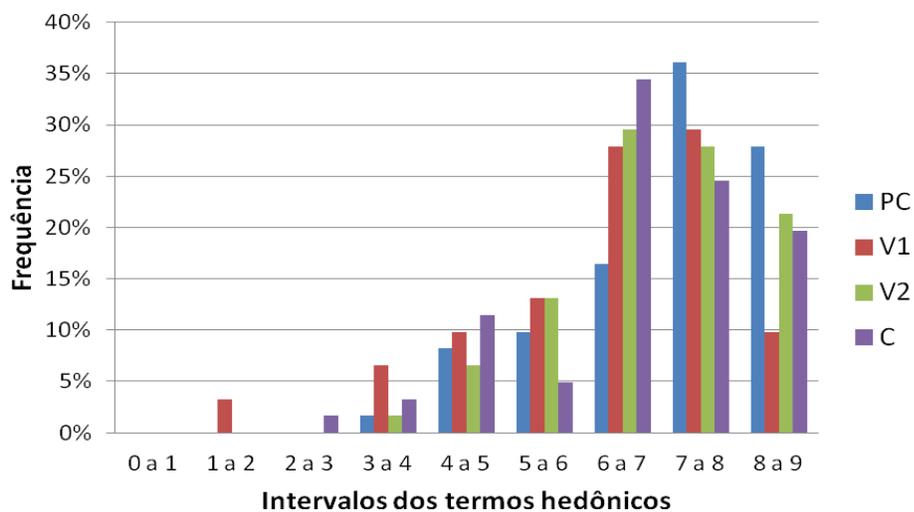


Figura 33. Histograma de frequência das notas atribuídas ao atributo impressão global das pizzas recheadas

6.7.4 Teste de Intenção de compra das Massas de Pizza Recheadas e Assadas

A Figura 34 apresenta os resultados para o teste de intenção de compra das amostras de massas de pizza recheadas.

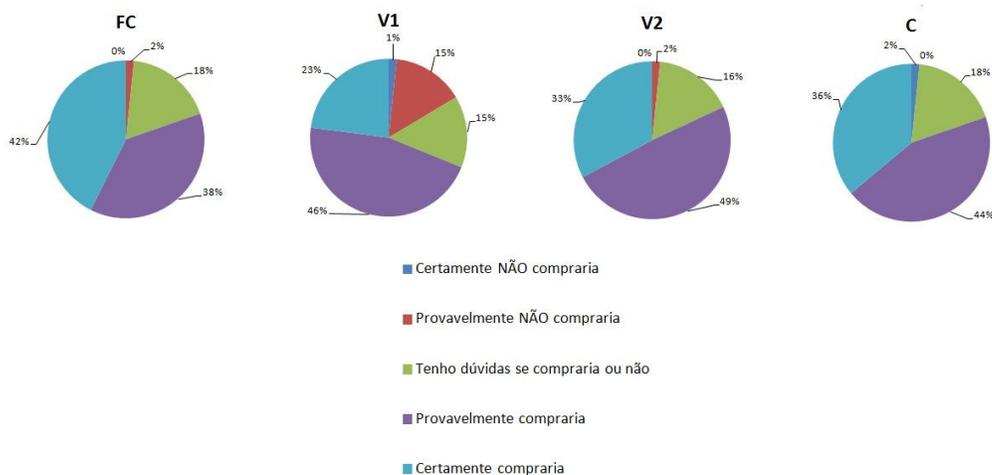


Figura 34. Histograma de intenção de compra em relação às amostras pizza recheadas. FC = formulação sem substituição ou 100% farinha de trigo refinada para pizza; V1 = formulação com substituição da farinha refinada somente por farinha de trigo

A amostra V2 obteve o maior índice sobre a intenção de compra, com cerca de 82% dos consumidores localizados na atitude de compra “possivelmente compraria” e “certamente compraria”, de acordo com a Figura 26, seguida pela amostra C, com 80,4%, FC com 80,3% e por último, a amostra V1, que obteve 68,9%. Dentre as amostras avaliadas, a amostra V1 novamente obteve a maior atitude de intenção de compra negativa, com 16,4% dos consumidores localizados na atitude de compra “possivelmente não compraria” e “certamente não compraria”. Da mesma forma, esta maior incidência coincide com as menores médias na avaliação de aceitação por parte dos consumidores em relação aos atributos aparência, sabor e impressão global da amostra V1.

Montesano, Duffrin e Heidal (2006) avaliaram 4 formulações de massas de pizza: controle, com 100% de farinha de trigo refinada; a segunda adicionada de linhaça; a terceira com 50% da farinha de trigo refinada substituída por farinha de trigo de grão inteiro e adicionada de linhaça; e a

quarta com 100% de farinha de trigo de grão inteiro e adicionada de linhaça. A avaliação somente das massas, por 100 provadores não treinados, mostrou que a formulação controle foi preferida em relação às outras. Porém, quando as massas foram recheadas, os provadores não demonstraram diferença de aceitação entre a formulação controle e a formulação com farinha de trigo refinada adicionada de linhaça, sendo, segundo os autores, um bom indicativo para a comercialização de pizzas adicionadas de linhaça, pois estas serão aceitas pelos consumidores da mesma forma que as massas de pizza feitas somente com farinha de trigo refinada.

Neste trabalho, a avaliação visual das massas de pizza pré-assadas mostrou que todas as quatro formulações são aceitas da mesma forma pelos consumidores, mesmo havendo entre elas diferença principalmente de cor, devido a adição ou não de farinha de trigo de grão inteiro. Este fato levaria a conclusão de que se comercializadas, as massas com farinha de trigo de grão inteiro e fibra branca seriam tão aceitas quanto as massas sem fibras. Apesar disso, a avaliação sensorial das massas recheadas mostrou que as amostras FC e V2, brancas em seu aspecto, são mais aceitas pela maioria dos consumidores, embora C, mesmo marrom em seu aspecto, não tenha se diferenciado dessas duas formulações pelos provadores, que também não a diferenciaram da formulação V1. Tudo isso refletiu na intenção de compra, com porcentagens positivas sempre maiores para aqueles produtos sem adição de fibras aparente (FC e V2) ou com menor adição de fibras aparente ©, quando comparada à intenção de compra da formulação com maior adição de fibras aparente (V1). Por este motivo, é possível que as formulações com maior concentração de farinha de trigo de grão inteiro não sejam tão bem aceitas pelos consumidores na hora do consumo, principalmente, devido à sua aparência mais escura, ocasionada pela maior concentração de farelo do grão de trigo. Isso nos leva a crer que os consumidores ainda rejeitam os produtos com fibras “evidentes”, que dão aos produtos a coloração tendendo ao marrom, ou ao tom vermelho, como mostrada na análise instrumental de cor. A aceitação dos consumidores em relação à amostra V1 pode melhorar com um trabalho visando a maior familiarização dos mesmos com as massas de pizza pré-assadas com fibras, ao enfatizar seus benefícios nas embalagens e

propagandas e oferecer o produto com preços acessíveis ou promocionais, incentivando ainda mais seu consumo.

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em relação à caracterização das matérias-primas utilizadas neste trabalho nos permitem concluir que a farinha de trigo refinada para pizza pode ser classificada como uma farinha forte.

As fontes de fibra alimentar utilizadas, farinha de trigo de grão inteiro (FTGI) e fibra branca de trigo (FBT), interferiram nos parâmetros farinográficos da mistura com a farinha de trigo refinada para pizza (FTR). Ambas as fontes, dentro das condições estudadas, contribuíram para o aumento da absorção de água, tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e tempo de saída; a estabilidade foi afetada pelas variáveis independentes estudadas, onde o aumento da FBT acarretou no aumento da estabilidade, e em contrapartida, o aumento da FTGI diminuiu a estabilidade das massas formadas; e por fim, ambas as fontes de fibras FBT e FTGI contribuíram para a diminuição do ITM (índice de tolerância à mistura). Estas mudanças dos parâmetros farinográficos refletiram nas condições de processamento das massas de pizza pré-assadas, como foi observado na prática, como o aumento da quantidade de água necessária para o desenvolvimento da massa e os maiores tempos de mistura da massa até a formação da rede de glúten.

Com relação aos parâmetros extensográficos, à medida que foram aumentadas as quantidades de FTGI e FBT, as massas formadas tiveram sua resistência à extensão aumentada; em contrapartida, houve o decréscimo da extensibilidade das massas, comportamentos que caracterizam um aumento na elasticidade dessas massas, e que podem ter favorecido a diminuição do diâmetro das massas de pizza após a sua formatação com rolos. Além disso, o número proporcional D, que determina a força de uma farinha, mostrou que as misturas com as duas fontes de fibras aumentaram este valor, dando à mistura de farinhas e fibras característica de farinhas fortes, porém, provavelmente o aumento deste parâmetro pode estar relacionado com o aumento da consistência das massas e não com o aumento da força da rede de glúten (maior interação química).

Na qualidade das massas de pizza pré-assadas, as fontes de fibras contribuíram para uma diminuição do volume específico e espessura dos discos de pizza. A textura das massas foi avaliada através da sua resistência

ao corte ou rompimento da massa, e aumentou com o tempo de estocagem refrigerada. Os parâmetros de cor das massas de pizza foram modificados com a adição de FTGI e FBT. A FTGI teve influência maior nos parâmetros de cor L^* e a^* do que a FBT, o que nos leva a concluir que a mudança de cor foi inerente à cor das fontes de fibra utilizadas neste trabalho. A acidez das massas de pizza pré-assadas aumentou com o aumento da quantidade de farinha de trigo de grão inteiro nas massas, e o aumento de fibra branca de trigo ocasionou o efeito inverso nesta resposta.

A validação do experimento foi satisfatória, portanto, dentro das mesmas condições de processamento e das faixas de concentração estudadas para as duas variáveis farinha de trigo de grão inteiro e fibra branca de trigo, é possível afirmar que os modelos obtidos neste trabalho reproduzem os resultados práticos, e, portanto, podem ser utilizados para predizê-los.

A avaliação microbiológica das massas de pizza pré-assadas durante a estocagem refrigerada foi satisfatória, as contagens foram baixas, podendo-se concluir que a segurança microbiológica dessas massas é garantida por até 58 dias após a sua fabricação, seguindo-se os mesmos procedimentos de fabricação e estocagem, utilizando-se ambas as fontes de fibras.

Para a avaliação sensorial foram escolhidas as mesmas formulações da validação: o ponto central do planejamento experimental (C), pois este ensaio possui teor de fibra teórico igual a 6,6 g de fibra em 100 g do produto (e as 2 fontes de fibra, FTGI e FBT), e as formulações V1 e V2, que apresentam 5,6% e 7,1% de fibras, respectivamente. A formulação V1 não atingiu 6% de fibras no produto final, mas corresponde no produto final a 57,5% de grão inteiro, alcançando os 51% desejados. Além dessas três formulações foi também avaliada uma formulação sem adição de fibras (formulação com 100% de farinha de trigo refinada para pizza). A aceitação visual das massas de pizza pré-assadas pelos consumidores foi boa, com médias entre 6 e 7, e mesmo as 4 amostras apresentando diferença de cor entre elas, todas foram igualmente aceitas pelos consumidores. Se comercializadas, as amostras com fibras aparentes seriam tão aceitas quanto as amostras sem fibras ou sem aparentar ter fibras.

Foi realizada ainda uma segunda avaliação sensorial com as mesmas amostras recheadas e reassadas. As formulações mais aceitas foram as

massas “brancas” (FC e V2) e a formulação com 45% de farinha de trigo de grão inteiro e 5% de fibra branca em substituição à farinha de trigo refinada (C). A formulação com 90% de farinha de trigo de grão inteiro em substituição à farinha de trigo refinada (V1) foi menos aceita pelos consumidores, o que nos leva a concluir que mesmo recheadas, as fibras aparentes nas massas e a cor marrom mais intensa podem ser os motivos da menos aceitação por parte dos consumidores. Ainda que visualmente todas foram aceitas da mesma forma, após o consumo, a aceitação das massas de pizza pré-assadas com menos farinha de grão inteiro ou nenhuma foi maior pelos consumidores, podendo influenciar a fidelização do consumidor em relação a esses produtos.

Assim sendo, pode-se dizer que é possível obter massas de pizza pré-assadas de boa qualidade tecnológica, nutricional, microbiológica e sensorial, substituindo-se parte da farinha de trigo refinada por farinha de trigo de grão inteiro e/ou fibra branca de trigo. Isto, porque, as formulações somente com fibra branca e a com ambas as fibras (ponto central do planejamento) foram tão aceitas pelos consumidores quanto à formulação controle sem fibras, além de serem produtos considerados alto teor de fibras (6 g de fibras/100 g de produto). Apesar da menor aceitação pelos consumidores, é possível obter um produto com apelo de fonte de fibras e de grão inteiro, pois o produto com 90% de farinha de grão inteiro substituindo a farinha de trigo refinada, contém cerca de 5,6% de fibras e mais de 51% de grão inteiro em sua composição final e apresentou boas características tecnológicas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC - American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists**, 9ed. St Paul, v.1 e 2, 1995.

AACC - American Association of Cereal Chemists. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, vol. 46, n. 3, p. 112-125, 2001.

AACC - American Association of Cereal Chemists (2000). **Definition/ Reports**. Disponível em: <http://www.aaccnet.org/definitions/wholegrain.asp>. Acesso em: 10 ago. 2010.

ABITRIGO - Associação Brasileira da Indústria de Trigo. **Farinha de trigo – Tabela Nutricional (2005)**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.02.00>>. Acesso em: 20 set. 2010.

ADAMS, J.F.; ENGSTROM, A. Dietary intake of whole grain vs. recommendations. **Cereal Foods World**, v. 45, n. 2, p. 75-78, 2000.

AKHTAR, S.; ANJUM, F.M.; REHMAN, S-U.; SHEIKH, M.A.; FARZANA, K. Effect of fortification on physico-chemical and microbiological stability of whole wheat flour. **Food Chemistry**, vol. 110, n. 1, p.113-119, 2008.

ALAVA, J.M.; MILLAR, S.J.; SALMON, S.E. The Determination of Wheat Breadmaking Performance and Bread Dough Mixing Time by NIR Spectroscopy for High Speed Mixers. **Journal of Cereal Science**, vol. 33, n. 1, p. 71-81, 2001.

ALMEIDA, E.L. **Efeito da adição de fibra alimentar sobre a qualidade de pão pré-assado congelado**. 2006, 370p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos**. 2008.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**, 16 ed., 3. rev.. Gaithersburg: AOAC International, 1997.

AQUALAB. **Manual - AquaLab Series 3 Quick Start**. Pullman: Decagon Devices, Inc., 2000.

ARAVIND, N.; SISSONS, M.; EGAN, N.; FELLOWS, C. Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti. **Food Chemistry**, vol. 130, n. 2, p. 299-309, 2012.

ASHGAR, A.A.; ANJUM, F.M.; BUTT, M.S.; TARIQ, M.W.; HUSSAIN, S. Rheological and Storage Effect of Hydrophilic Gums on the Quality of Frozen Dough Pizza. **Food Sci. Technol. Res.**, vol. 13, n. 2, p. 96-102, 2007.

BARROS, F.; ALVIOLA, J.N.; ROONEY, L.W. Comparison of quality of refined and whole wheat tortillas. **Journal of Cereal Science**, vol. 51, n. 1, p. 50-56, 2010.

BORDERIAS, A.J., SANCHEZ-ALONSO, I. & PEREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. **Food Science & Technology**, v. 16, n. 4, p. 458-465, 2005.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jan 1998.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº 383, de 5 de agosto de 1999. Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos 7 – produtos de panificação e biscoitos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 ago. 1999.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 jan. 2001a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 7, de 15 de agosto de 2001. Regulamento técnico de identidade e qualidade do trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 de ago. 2001b.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 jun. 2005.

CABO, M. L.; PASTORIZA, L.; BERNAERDEZ, M.; HERRERA, J. J. R. Effectiveness of CO₂ and Nisaplin on increasing shelf-life of fresh pizza. **Food Microbiology**, vol. 18, n. 5, p. 489-498, 2001.

CAUVAIN, S.P. Breadmaking processes. In: Stanley P. Cauvain, Linda S. Young (Eds). **Technology of Breadmaking**. New York: Springer Science and Business Media, 2007. 397 p.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora da Unicamp, 2007.

CHARALAMPOPOULOS, D.; WANG, R.; PANDIELLA, S.S.; WEBB, C. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. **International Journal of Food Microbiology**, vol. 79, n. 1-2, p. 131 – 141, 2002.

CHEN, H.-L.; LIN, Y.-M.; WANG, Y.-C. Comparative Effects of Cellulose and Soluble Fibers (Pectin, Konjac Glucomannan, Inulin) on Fecal Water Toxicity toward Caco-2 Cells, Fecal Bacteria Enzymes, Bile Acid, and Short-Chain Fatty Acids. **J. Agric. Food Chem.**, vol. 58, n. 18, p. 10277–10281, 2010.

CHINACHOTI, P.; VODOVOTZ, Y (Eds.) **Bread staling**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2001. paginação irregular.

CHO, S.S.; CLARK, C. Wheat bran: Physiological effects. In: CHO, S. S.; DREHER, M. L. (Eds.). **Handbook of dietary fiber**. New York: Marcel Dekker, Inc., 2001. paginação irregular.

CHO, S. Functional and Dietary Fibers: An Introduction. In: CHO, S.S.; SAMUEL, P. (Eds) **Fiber Ingredients - Food Applications and Health Benefits**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2009.

CODA, R.; CAGNO, R.; RIZELLO, C.G.; NIONELLI, L.; EDEMA, M.O.; GOBBETTI, M. Utilization of African Grains for Sourdough Bread Making. **Journal of Food Science**, vol. 76, n. 6, p. 329-335, 2011.

COLTRI, G. **Mercado da pizza é tema de feira em São Paulo**. O Estado de S. Paulo, São Paulo, 11 jul. 2011. Caderno Economia. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/sua-carreira,mercado-da-pizza-e-tema-de-feira-em-sao-paulo,75421,0.htm>>. Acesso em: 20 out. 2011.

CONTADO, E.W.N. da F.; PEREIRA, J.; EVANGELISTA, S.R.; JÚNIOR, F.A.L.; ROMANO, L.M.; COUTO, E.M. Composição centesimal da mucilagem do inhame liofilizado comparado a de um melhorador comercial utilizado na panificação e avaliação sensorial de pães de forma. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1813-1818, 2009.

COPPOLA, S.; PEPE, O.; MAURIELLO, G. Effect of leavening microflora on pizza dough properties. **Journal of Applied Microbiology**, vol. 85, n. 5, p. 891-897, 1998.

CORNELL, H.J.; HOVELING, A.W. **Wheat Chemistry and Utilization**. Basel: Technomic Publishing Company Inc. 1998. 426p.

DAMEN, B.; POLLET, A.; DORNEZ, E.; BROEKAERT, W.F.; HAESSENDONCK, I.V.; TROGH, I.; ARNAUT, F.; DELCOUR, J.A.; COURTIN, C.M. Xylanase-mediated in situ production of arabinoxylan oligosaccharides with prebiotic potential in whole meal breads and breads enriched with arabinoxylan rich materials. **Food Chemistry**, vol. 131, n. 1, p. 111–118, 2012.

DELAHAYE, E.P.; JIMÉNEZ, P.; PÉREZ, E. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. **Journal of Food Engineering**, vol. 68, n. 1, p. 1-7, 2005.

DREHER, M.L. Dietary Fiber Overview. In: CHO, S.S.; DREHER, M. L. (Eds). **Handbook of dietary fiber**. New York: Marcel Dekker, Inc., 2001. paginação irregular.

EI DASH, A.A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 349p.

FDA. Food and Drug Administration. **Health claim notification for whole grain foods**, 1999. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/LabelingNutrition/LabelClaims/FDAModernizationActFDAMAClaims/ucm073639.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

FELDHEIM, W.; WISKER, E. Untersuchungen zur verbesserung der ballaststoffaufnahme. **Deutsche Lebensmittel-Rundschau**, vol. 96, n. 9, p. 327-330, 2000.

FIESP/IBOPE INTELIGÊNCIA. **Pesquisa Nacional Fiesp/IBOPE Inteligência sobre o Perfil do consumo de alimentos no Brasil: Brasil Food Trends, 2020**. São Paulo, 18 mai. 2010. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/agencianoticias/2010/05/18/pesquisa_fiesp_ibope-perfil_do_consumo_alimentos_brasil.pdf>. Acesso em: 14 set. 2010.

FINLEY, J.W. Functional Foods. In: Wilson. G. Pond; Dan L. Brown, Buford L. Nichols (Eds). **Adequate food for all - culture, science and technology of food in the 21st century**. Boca Raton: CRC Press, 2009. 413p.

FISPIZZA, Feira Internacional da Indústria, Suprimentos, Tecnologias e Serviços para Pizzarias e Cantinas. **História da pizza**. Disponível em: <http://www.fispizza.com.br/fispizza_10_historia_da_pizza.htm>. Acesso em: 26 jul. 2010.

FLANDER, L.; SUORTTI, T.; KATINA, K.; POUTANEN, K. Effects of wheat sourdough process on the quality of mixed oat-wheat bread. **LWT - Food Science and Technology**, vol. 44, n. 3, p.656-664, 2011.

FREITAS, W.C.; SOUZA, E.L.; TRAVASSOS, A.E.R. Ocorrência de *Staphylococcus* spp. em massa refrigerada tipo pizza pronta. **Hig. Alim.**, vol. 18, n. 122, p. 67-70, 2004.

FREITAS, W.C.; SOUZA, E.L.; SOUSA, C.P.; TRAVASSOS, A.E.R. Anti-staphylococcal Effectiveness of Nisaplin in Refrigerated Pizza Doughs. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 51, n. 3, p.595-599, 2008.

GARÓFALO, L.; VAZQUEZ, D.; FERREIRA, F.; SOULE, S. Wheat flour non-starch polysaccharides and their effect on dough rheological properties. **Ind. Crops Prod.** (2011), doi:10.1016/j.indcrop.2010.12.003.

GOESAERT, H.; BRIJS, K.; VERAVERBEKE, W.S.; COURTIN, C.M.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J.A. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, n. 1-3, p.12-30, 2005.

GÓMEZ, M.; RONDA, F.; BLANCO, C. A.; CABALLERO, P. A.; APESTEGUÍA, A. Effect of dietary on dough rheology and bread quality. **European Food Research and Technology**, v. 216 , n. 1, p. 51-56, 2003.

GÓMEZ, M.; JIMÉNEZ, S.; RUIZ, E.; OLIVETE, B. Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality. **LWT - Food Science and Technology**, vol. 44, n. 10, p. 2231-2237, 2011.

GOULD, G.W. Methods for preservation and extension of shelf-life. **International Journal of Food Microbiology**, vol. 33, n. 1, p. 51-64, 1996.

GUPTA, U.S. **What's new about crop plants - Novel discoveries of the 21st century**. New Hampshire: Science Publishers, 2011. 643p.

GUTKOSKI, L.C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 2000. 192 p.

HUNTER ASSOCIATES LABORATORY. **Color measurement of cereal and cereal products**. Disponível em: <
<http://www.hunterlab.com/ColorEducation/ArticlesPapers>>. Acesso em: 3 dez. 2010.

IBANOGLU, E. Kinetic study on colour changes in wheat germ due to heat. **Journal of Food Engineering**, v.51, n. 3, p. 209-213, 2002.

JUNIOR, E.O.S. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. 5 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 479 p.

KATINA, K.; SALMENKALLIO-MARTTILA, M.; PARTANEN, R.; FORSSELL, P.; AUTIO, K. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. **LWT - Food Science and Technology**, vol. 39, n. 5, p. 479-491, 2006.

KENT, N. L. **Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture**. 3 ed. Oxford: Pergamon Press Ltd., 1983. 221 p.

KOCK, S.; TAYLOR, J.; TAYLOR, J.R.N. Effect of heat treatment and particle size of different brans on loaf volume of brown bread. **LWT - Food Science and Technology**, v. 32, n. 6, p. 349 – 356, 1999.

KUPIEC, B.; REVELL, B. Measuring consumer quality judgments'. **British Food Journal**, v.103, n.1, p. 7-17, 2001.

LAI, H-M; LIN, T-C. Bakery Products. In: HUI, Y.H. (Ed.). **Handbook of Food Science, Technology and Engineering, volume 4**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. paginação irregular.

LAINEZ, E.; VERGARA, F.; BÁRCENAS, M.E. Quality and microbial stability of partially baked bread during refrigerated storage. **Journal of Food Engineering**, vol. 89, n. 4, p. 414–418, 2008.

LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. (Coord). **Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 472 p.

LARSEN, D.M.; SETSER, C.S.; FAUBION, J.M. Effects of flour type and dough retardation time on the sensory characteristics of pizza crust. **Cereal Chem.**, vol. 70, n. 6, p. 647-650, 1993.

LEBESI, D.M.; TZIA, C. Use of endoxylanase treated cereal brans for development of dietary fiber enriched cakes. **Innovative Food Science and Emerging Technologies** (2011), doi:10.1016/j.ifset.2011.08.001.

LOPETCHARAT, K.; MCDANIEL, M. Sensory Analysis of Foods. In: Semih Ötles (Ed). **Methods of Analysis of Food Components and Additives**. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2005. paginação irregular.

MAGAN, N.; ARROYO, M.; ALDRED, D. Mould prevention in bread. In: Stanley P Cauvain (Ed). **Bread Making: Improving Quality**. Boca Raton: CRC, 2003. 589p.

MANDALA, I.; KARABELA, D.; KOSTAROPOULOS, A. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature. I. Effect of chilling. **Food Hydrocolloids**, vol. 21, n. 8, p. 1397-1406, 2007.

MASON, P. Dietary Foods. In: Yashwant Pathak (Ed). **Handbook of Nutraceuticals Volume 1 - Ingredients, Formulations, and Applications**. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2010. 365p.

MATZ, S.A. (Ed). **Bakery Technology and Engineering**. 3 ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 853p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. (Autores). **Sensory Evaluation Techniques**. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 2000.

MINOLTA. **Precise color communication: color control form feeling to instrumentation.** Osaka: Minolta Camera Co. Ltd., 1993, 49p.

MONTESANO, M.; DUFFRIN, M.W.; HEIDAL, K. Consumer acceptance of pizza and pizza crust made with whole wheat flour and added flaxseed. **Journal of the American Dietetic Association**, vol. 106, n. 8, Supplement, p. A55, 2006.

MOORE, M.A.; PARK, C.B.; TSUDA, H. Soluble and insoluble fiber influences on cancer development. **Critical Reviews in Oncology/Hematology**, vol. 27, n. 3, p. 229-242, 1998.

MOORE, J.; LUTHER, M.; CHENG, Z.; YU, L.L. Effects of Baking Conditions, Dough Fermentation, and Bran Particle Size on Antioxidant Properties of Whole-Wheat Pizza Crusts. **J. Agric. Food Chem.**, vol. 57, n. 3, p. 832-839, 2009.

MORONI, A.V.; BELLO, F.D.; ZANNINI, E.; ARENDT, E.K. Impact of sourdough on buckwheat flour, batter and bread: Biochemical, rheological and textural insights. **Journal of Cereal Science**, vol. 54, n. 2, p.195-202, 2011.

NOORT, M.W.J.; HAASTER, D.V.; HEMERY, Y.; SCHOLS, H.A.; HAMER, R.J. The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality – Evidence for fibre-protein interactions. **Journal of Cereal Science**, vol. 52, n. 1, p. 59-64, 2010.

OSMAN, R. **O negócio que acaba em pizza.** São Paulo, 07 ago. 2008. IstoÉ Dinheiro Disponível em: <http://www.istoedinheiro.com.br/noticias/3821_O+NEGOCIO+QUE+ACABA+EM+PIZZA>. Acesso em: 20 ago. 2010.

PECIVOVA, P.; BURESOVA, I.; BILKOVA, H. The influence of monoacylglycerol and L-glutamic acid on the viscoelastic properties of wheat flour dough and sensory characteristics of French loaf product. **J. Sci. Food Agric**, vol. 90, n. 13, p. 2282-2288, 2010.

PEREIRA, E.P.R.; AMORIM, E.O.C.; AMBIEL, H.C.I.; CHANG, Y.K. Influência de agentes oxidantes sobre as propriedades reológicas de massas de farinha de trigo branca e de grão inteiro e sobre o volume específico de pão francês. **Braz. J. Food Technol.**, v. 12, n. 3, p. 161-171, jul./set. 2009.

PINHO, B.H. da S.; MACHADO, M.I.F.; FURLONG, E.B. Propriedades físico-químicas das massas de pizza semiprontas e sua relação com o desenvolvimento de bolores e leveduras. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, vol. 60, n. 1, p. 35-41, 2001.

PIZZINATTO, A. **Qualidade da farinha de trigo: conceitos, fatores determinantes, parâmetros de avaliação e controle**. Campinas: ITAL, 1999. 72p.

POMERANZ, Y.; SHOGREN, M. D.; FINNEY, K. F.; BECHTEL, D. B. Fibre in breadmaking: effects on functional properties. **Cereal Chemistry**, v. 54, n. 1, p. 25-41, 1977.

PRASOPSUNWATTAN, N.; OMARY, M.B.; ARNDT, E.A.; COOKE, P.H.; FLORES, R.A.; YOKOYAMA, W.; TOMA, A.; CHONGCHAM, S.; LEE, S.P. Particle Size Effects on the Quality of Flour Tortillas Enriched with Whole Grain Waxy Barley. **Cereal Chem.**, vol. 86, n. 4, p. 439-451, 2009.

QUAGLIA, G. (Autor). **Ciencia y tecnologia de la panificacion**. Zaragoza: Acribia, 1991. XVI, 485p.

RAHMAN, M.S. (Ed.) **Handbook of Food Preservation**. New York: CRC Press, Inc., 2007. 1031 p.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos. 2 ed.** São Paulo: Casa do Espírito Amigo Fraternidade, Fé e Amor, 2009.

RODRÍGUEZ, V.; MEDINA, L.; JORDANO, R. Influence of modified atmosphere packaging on the shelf life of prebaked pizza dough with and without preservative added. **Nahrung/Food**, vol. 47, n. 2, p. 122-125, 2003.

ROSELL, C. M.; SANTOS, E. Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread. **Journal of Food Engineering**, v. 98, n. 2, p. 273-281, 2010.

SANTOS, B.S.; MANTELLI, M.B.H. **Determination of thermal condition of pizza's baking process**. 20th International Congress of Mechanical Engineering, 2009. Gramado, RS, Brasil.

SANZ-PENELLA, J.M.; TAMAYO-RAMOS, J.A.; HAROS, M. Application of Bifidobacteria as Starter Culture in Whole Wheat Sourdough Breadmaking. **Food Bioprocess Technol.** (2011). doi 10.1007/s11947-011-0547-1.

SARDESAI, V.M. (Ed.) **Introduction to clinical nutrition (2 ed. Revised and Expanded)**. New York: Marcel Dekker, Inc., 2003. paginação irregular.

SHARMA, S.; KAUR, S.; DAR, B.N.; SINGH, B. Storage stability and quality assessment of processed cereal brans. **J. Food Sci. Technol.** (2011). doi 10.1007/s13197-011-0537-3.

SILVA, C.B. **Efeito da adição de xilanase, glicose oxidase e ácido ascórbico na qualidade do pão de forma de farinha de trigo de grão inteiro**. 2007. 168 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

SINGH, P.; GOYAL, G.K. Modified atmosphere packaging and storage on sensory characteristics of ready-to-bake pizza. **Nutrition & Food Science**, vol. 40, n. 3, p. 299-304, 2010.

SINGH, P.; WANI, A.A.; GOYAL, G.K. The extension of the shelf life of ready-to-serve pizza by a combination of modified atmosphere packaging and refrigeration. **Food Sci. Technol. Res.**, vol. 16, n. 5, p. 373-380, 2010.

SINGH, P.; WANI, A.A.; GOYAL, G.K. Quality of chilled ready-to-bake pizza stored in air and under modified atmospheres: microbiological and sensory attributes. **Food Sci. Biotechnol.**, vol. 20, n. 1, p. 1-6, 2011.

SLUIMER, P. **Principles of breadmaking: functionality of raw materials and processing steps**. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA, 2005. 212p.

SMITH, J. P.; DAIFAS, D. P.; EL-KHOURY, W.; AUSTIN, J.W. Microbial Safety of Bakery Products. In: John S. Novak, Gerald M. Sapers, Vijay K. Juneja (Eds). **Microbial Safety of Minimally Processed Foods**. Boca Raton: CRC, 2003. paginação irregular.

SOUZA, P.C.B. **Ideias de negócios - Pizzaria. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE)**. Brasília. Disponível em: <www.sebrae.com.br>. Acesso em: 4 ago. 2010.

STABLE MICRO SYSTEMS. **Attachments for bakery products**. Surrey: Stable Micro Systems LTD., 2011.

SZCZESNIAK, A.S. Effect of storage on texture. In: Irwin A. Taub, R. Paul Singh (Eds). **Food Storage Stability**. Boca Raton: CRC Press, 1998. paginação irregular.

TANHEHCO, E.J.; NG, P.K.W. Soft Wheat Quality. In: Servet G. Sumnu, Serpill Sahin (Eds). **Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods**. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2008. 288p.

TARAR, O.M.; REHMAN, S.; MUEEN-UD-DIN, G.; MURTAZA, M.A. Studies on the shelf life of bread using acidulants and their salts. **Turk J Biol**, vol. 34, n. 2, p. 125-131, 2010.

VITACEL® WHEAT FIBER. Disponível em: <www.jrs.de/wEnglisch/anwend/food/weizen.shtml>. Acesso em: 25 set. 2010.

WANG, J.; ROSELL, C.M.; BARBER, C.B. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, v.79, n. 2, p.221-226, 2002.

WANG, S.H.; DE OLIVEIRA, M.F.; COSTA, P. de S.; ASCHIERI, J.L.R.; ROSA, A.G. Farinhas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão para massas de pizza. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 389-395, 2005.

WILLIAMS, T.; PULLEN, G. Functional Ingredients. In: Stanley P. Cauvain, Linda S. Young (Eds). **Technology of Breadmaking**. New York: Springer Science and Business Media, 2007. 397 p.

WISEMAN, G. (Ed.) **Nutrition and Health**. New Fetter Lane: Taylor & Francis, 2002. 191p.

YADAV, D.N.; RAJAN, A.; SHARMA, G.K.; BAWA, A.S. Effect of fiber incorporation on rheological and chapatti making quality of wheat flour. **J. Food Sci. Technology**, vol. 2, n. 2, p. 166-173, 2010.

ZANGH, E.; MOORE, W.R. Effect of Wheat Bran Particle Size on Dough Rheological Properties. **J Sci Food Agric**, vol. 74, n. 4, p.490-496, 1997.

9. ANEXOS**ANEXO AA.** Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____ / _____

PROJETO DE PESQUISA:

Avaliação sensorial de massas de pizza pré-assadas adicionadas de fibras

A pesquisa visa avaliar as características sensoriais de massas de pizza pré-assadas por provadores de 18 a 55 anos, habituados ao consumo de pizzas. O grupo de provadores será composto por alunos, professores, funcionários e visitantes da FEA – UNICAMP, sendo recrutados por meio de anúncios em cartazes distribuídos por locais de acesso comum e mural *on-line* da FEA. Como bonificação, os provadores receberão um brinde apresentado na forma de guloseima (um chocolate, por exemplo).

As massas de pizza **CONTÊM GLÚTEN**, portanto, não são adequadas para o consumo por portadores de doença celíaca.

A análise sensorial será conduzida com amostras de massas de pizza pré-assadas com fibras, que foram produzidas em condições de higiene e de segurança alimentar, adequadas para o consumo humano, não acarretando risco à saúde do consumidor (provador).

Você está de acordo com os termos da pesquisa e concorda em participar?

() sim ; () não.

Nome: _____ RG : _____

Assinatura do provador

Simone Shiozawa – Pesquisadora de Mestrado

Pesquisadora responsável pelo projeto

Contatos: simones@fea.unicamp.br

Fones: (19) 3521-4004 – Laboratório de Cereais (FEA-UNICAMP)

Comitê de Ética em Pesquisa – UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111; CEP: 13084-971 Campinas – SP

Fone: (19) 3521-8936

FAX: (19) 3521-7187

cep@fcm.unicamp.br

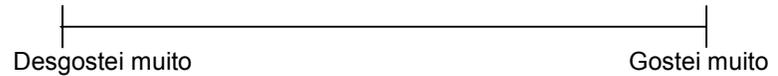
ANEXO AB. Ficha de avaliação sensorial

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

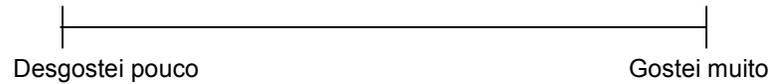
Amostra: _____

Por favor, observe e avalie a amostra de **MASSAS DE PIZZA**, marcando um traço na escala correspondente, em relação aos seguintes atributos:

Cor



Aparência



Impressão Global



Indique com um X a sua opinião quanto à sua **INTENÇÃO DE COMPRA** da amostra.

1-Certamente NÃO COMPRARIA	
2-Provavelmente NÃO COMPRARIA	
3-Tenho DÚVIDAS SE COMPRARIA OU NÃO	
4-Provavelmente COMPRARIA	
5-Certamente COMPRARIA	

Comentários: _____

Muito obrigada pela participação!

ANEXO AC. Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____ / ____ / ____

PROJETO DE PESQUISA:**Avaliação sensorial de massas de pizza pré-assadas adicionadas de fibras**

A pesquisa visa avaliar as características sensoriais de massas de pizza pré-assadas por provadores de 18 a 55 anos, habituados ao consumo de pizzas. O grupo de provadores será composto por alunos, professores, funcionários e visitantes da FEA – UNICAMP, sendo recrutados por meio de anúncios em cartazes distribuídos por locais de acesso comum e mural *on-line* da FEA. Como bonificação, os provadores receberão um brinde apresentado na forma de guloseima (um chocolate, por exemplo).

As massas de pizza **CONTÊM GLÚTEN**, e o queijo mussarela **CONTÊM LACTOSE**, portanto, não são adequadas para o consumo por portadores de doença celíaca e intolerantes à lactose, respectivamente.

A análise sensorial será conduzida com amostras de massas de pizza pré-assadas com fibras recobertas com molho de tomate, queijo mussarela e orégano, que foram produzidas em condições de higiene e de segurança alimentar, adequadas para o consumo humano, não acarretando risco à saúde do consumidor (provador).

Você está de acordo com os termos da pesquisa e concorda em participar?

() sim ; () não.

Assinatura do provador

Simone Shiozawa – Pesquisadora de Mestrado

Pesquisadora responsável pelo projeto

Contatos: simones@fea.unicamp.br

Fones: (19) 3521-4004 – Laboratório de Cereais (FEA-UNICAMP)

Comitê de Ética em Pesquisa – UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111; CEP: 13084-971 Campinas – SP

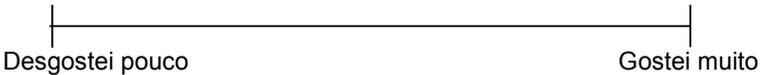
Fone: (19) 3521-8936
FAX: (19) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

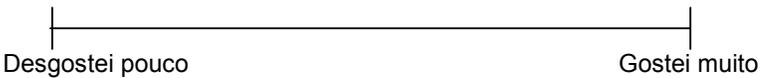
ANEXO AD. Ficha de avaliação sensorial

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Amostra: _____

Por favor, observe e avalie a amostra de **MASSA DE PIZZA RECHEADA**, marcando um traço na escala correspondente, em relação aos seguintes atributos:

Aparência 

Sabor 

Textura 

Impressão Global 

Indique com um X a sua opinião quanto à sua **INTENÇÃO DE COMPRA** da amostra **(somente massa da pizza)**.

1-Certamente NÃO COMPRARIA	<input type="checkbox"/>
2-Provavelmente NÃO COMPRARIA	<input type="checkbox"/>
3-Tenho DÚVIDAS SE COMPRARIA OU NÃO	<input type="checkbox"/>
4-Provavelmente COMPRARIA	<input type="checkbox"/>
5-Certamente COMPRARIA	<input type="checkbox"/>

Comentários: _____

Muito obrigada pela participação!

ANEXO AE. Carta de aprovação – Comitê de ética em pesquisa

**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

CEP, 28/06/11
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 562/2011 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto).
CAAE: 0493.0.146.000-11

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “EFEITO DA ADIÇÃO DE FIBRAS ALIMENTARES SOBRE A QUALIDADE DE MASSAS DE PIZZA PRÉ-ASSADAS”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Simone Shiozawa

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 13/06/2011

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 28/06/12 (O formulário encontra-se no site acima).

II – OBJETIVOS.

Avaliar os efeitos da adição de fibras alimentares do trigo sobre a qualidade de massas de pizzas pré-assadas.

III – SUMÁRIO.

Trata-se de um estudo experimental com objetivos de dissertação de mestrado, incluindo também um projeto de iniciação científica de aluno da Faculdade de Engenharia de Alimentos. Neste projeto os 60 voluntários provedores, avaliarão amostras de massa de pizza pré-assada, sem recheio no primeiro teste sensorial e recobertas com queijo mussarela, molho de tomate e orégano, estando repassadas numa segunda etapa. Serão utilizados dois testes de aceitação, sendo o primeiro direcionado a aceitação com relação aos atributos: cor, aparência, odor e impressão global e o segundo teste de aceitação aos atributos: aparência, odor, sabor, textura e impressão global.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES.

Projeto com objetivos bem definidos e metodologia cuidadosa, apresentando dois Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, respectivamente para a primeira e segunda fase da pesquisa.

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

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

ANEXO AE. Carta de aprovação – Comitê de ética em pesquisa (continuação)



UNICAMP

**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

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 delineada 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.).

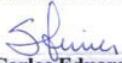
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e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

VII – DATA DA REUNIÃO.

Homologado na VI Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 28 de junho de 2011.



Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

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

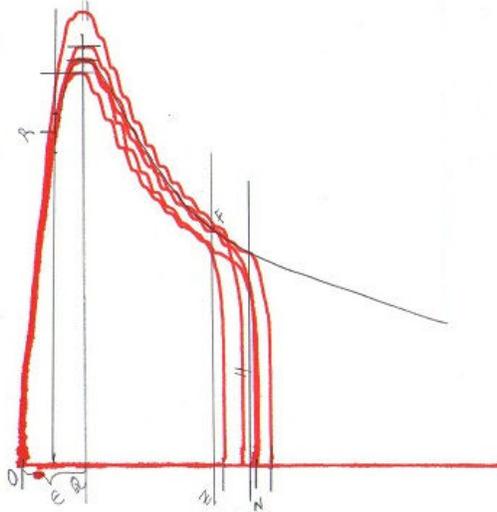
FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

- 2 -

ANEXO B. Alveograma farinha de trigo comum para pizza (FTC)

Tecnológica

ALVEOGRAPH



Test N° _____ Date _____

Subject T. Pão

Moisture content: _____ % (Water addition _____ ml.)
 Temperature-Laboratory _____ °C Relative humidity _____ %

$W = 6,54 \times S \ 36,10 = 236,9 \times 10^{-4}$ joules

$s \ I \ cm^2 = E \ 1,5 \times R \ 7,8 \quad \begin{matrix} 11 & 7 \\ 1 & 8 & 0 \\ 2 & 6 & 5 \\ 3 & 5 & 5 \\ 4 & & \\ 5 & & \\ 6 & & \\ 7 & & \\ 8 & & \\ 9 & & \\ 10 & & \\ 11 & & \\ 12 & & \\ 13 & & \\ 14 & & \\ 15 & & \\ 16 & & \\ 17 & & \\ 18 & & \end{matrix}$

93
95
95
99

$P = H \ 95,5 \times 1,1 = 105,0 \text{ mm}$

$P200 \frac{h}{4cm} \times 1,1 = \text{mm}$

$s \ II \ cm^2 = \frac{P200}{P}$

15,2
16,4
16,4
16,8

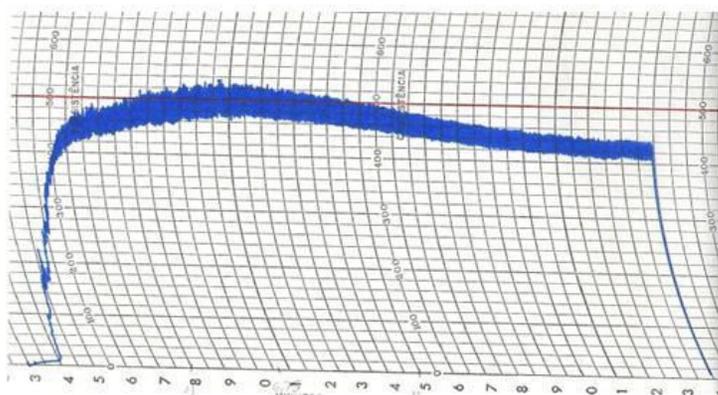
$\frac{P}{L} = 1,98$

$G = 16,2$

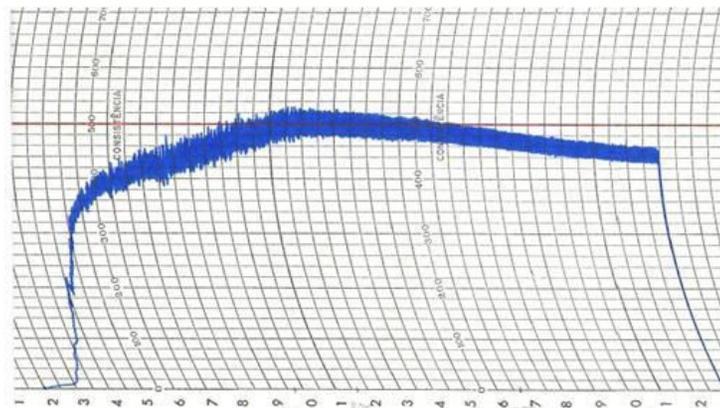
$L = ON \ 53 \text{ mm}$

$s \ III \ cm^2 = ZN \ 0,8 \times ZF \ 5,5 \quad \begin{matrix} 20 & 0 \\ 4,40 \end{matrix}$

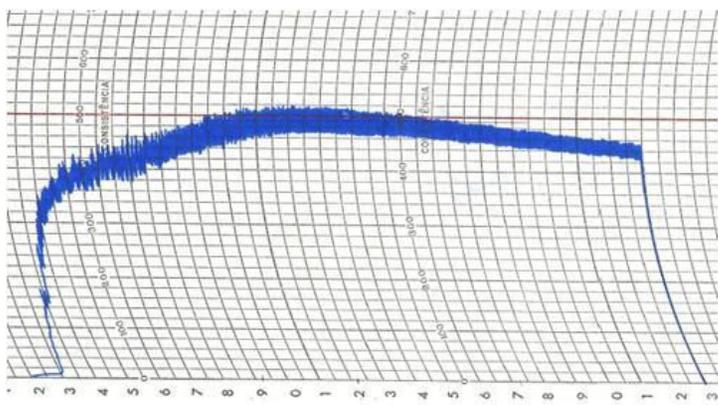
ANEXO CA. Farinogramas dos Ensaios (a) 1, (b) 2, (c) 3 e (d) 4



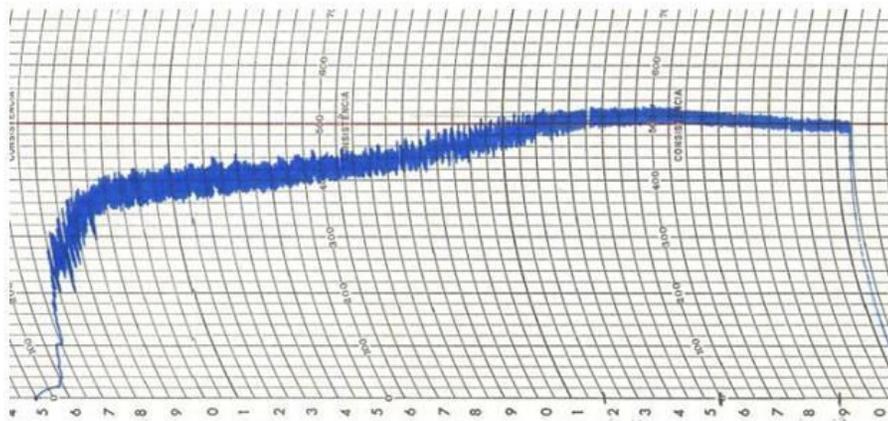
(a)



(b)

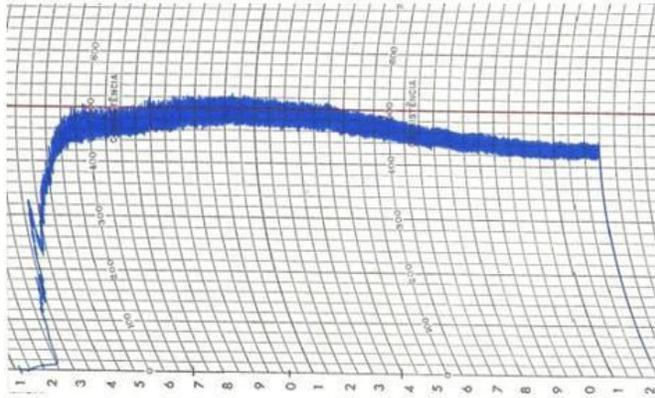


(c)

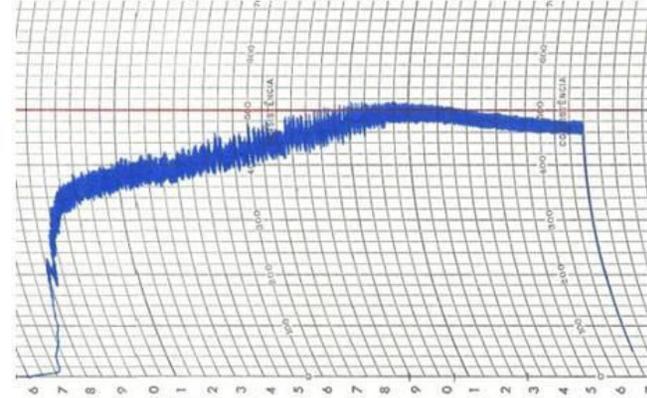


(d)

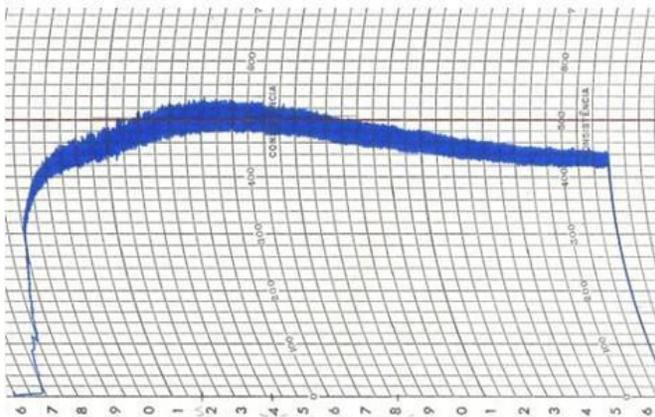
ANEXO CB. Farinogramas dos Ensaios (a) 5, (b) 6, (c) 7 e (d) 8



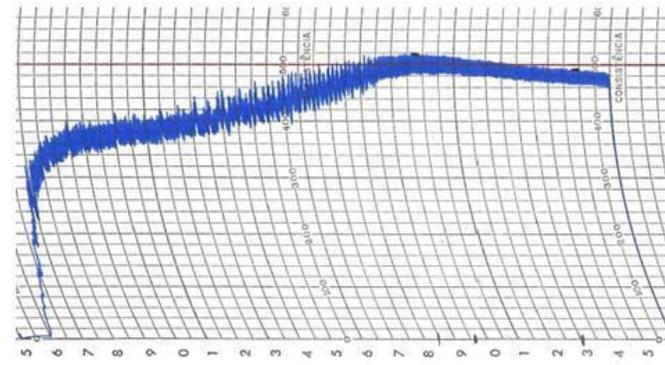
(a)



(b)

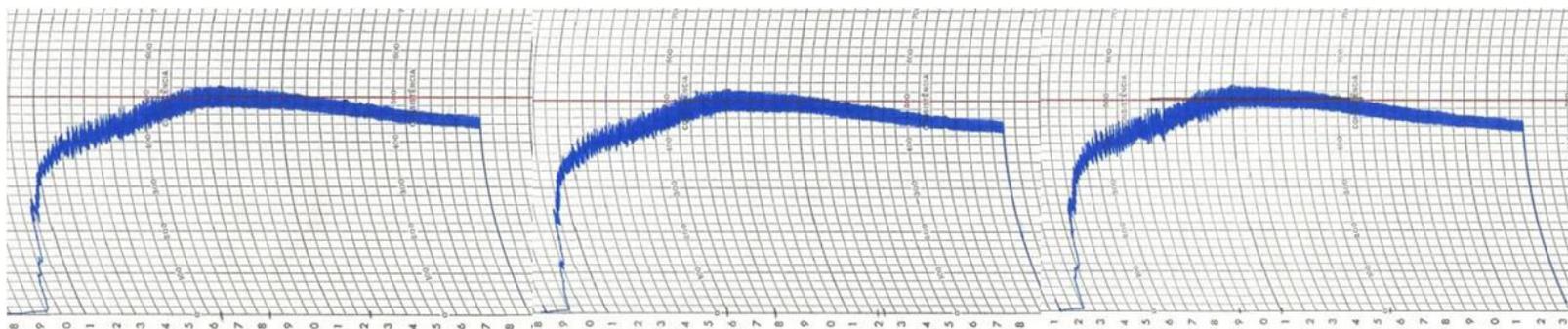


(c)



(d)

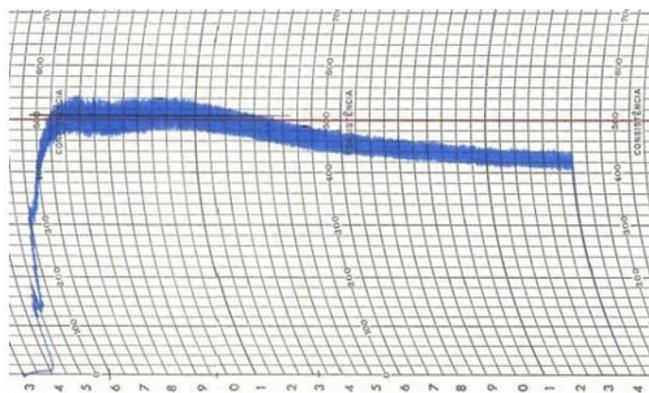
ANEXO CC. Farinogramas dos Ensaiois (a) 9, (b) 10, (c) 11, (d) 12, e (e) 13



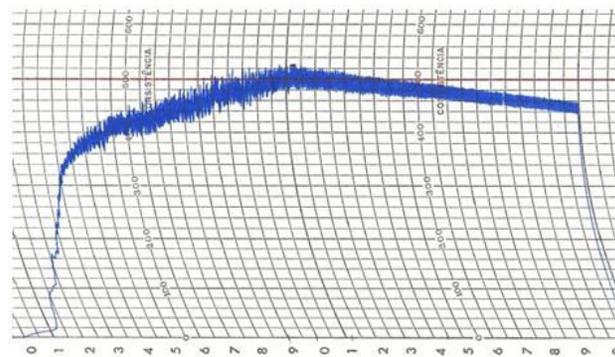
(a)

(b)

(c)



(d)



(e)

ANEXO DA. Valores da absorção de água experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos

Ensaio	FTGI	FBT	Absorção de água (%)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	65,8	65,6	0,3
2	1,00	-1,00	67,6	67,5	0,1
3	-1,00	1,00	68,2	67,9	0,4
4	1,00	1,00	71,0	69,8	1,6
5	-1,41	0,00	66,2	66,4	-0,3
6	1,41	0,00	68,3	69,1	-1,1
7	0,00	-1,41	66,2	66,1	0,1
8	0,00	1,41	68,6	69,4	-1,1
9	0,00	0,00	67,7	67,7	0,0
10	0,00	0,00	67,7	67,7	0,0
11	0,00	0,00	67,7	67,7	0,0
FC1	-	-	63,1	64,8	-2,6
FC2	-	-	68,0	67,4	0,8

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO DB. Valores do tempo de chegada experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos

Ensaio	FTGI	FBT	Tempo de chegada (minutos)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	4,0	4,4	-10,8
2	1,00	-1,00	7,0	7,0	-0,1
3	-1,00	1,00	6,8	6,7	1,2
4	1,00	1,00	16,3	15,7	3,2
5	-1,41	0,00	4,5	4,3	5,4
6	1,41	0,00	12,1	12,5	-2,7
7	0,00	-1,41	5,0	4,7	6,5
8	0,00	1,41	12,0	12,4	-3,4
9	0,00	0,00	6,8	6,7	1,2
10	0,00	0,00	6,5	6,7	-2,6
11	0,00	0,00	6,8	6,7	1,2
FC1	-	-	2,0	5,5	-174,1
FC2	-	-	8,8	7,2	17,2

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO DC. Valores do tempo de desenvolvimento experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos

Ensaio	FTGI	FBT	Tempo de desenvolvimento (minutos)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	6,9	7,3	-6,3
2	1,00	-1,00	9,0	8,9	0,8
3	-1,00	1,00	10,0	9,9	1,3
4	1,00	1,00	17,5	16,9	3,7
5	-1,41	0,00	8,1	7,9	3,1
6	1,41	0,00	13,5	13,9	-3,3
7	0,00	-1,41	7,1	6,9	3,8
8	0,00	1,41	13,8	14,2	-3,6
9	0,00	0,00	9,0	8,9	1,3
10	0,00	0,00	8,9	8,9	0,0
11	0,00	0,00	8,8	8,9	-1,5
FC1	-	-	5,9	8,5	-44,8
FC2	-	-	10,1	9,3	8,7

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO DD. Valores do tempo de saída experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos

Ensaio	FTGI	FBT	Tempo de saída (minutos)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	11,1	11,0	1,6
2	1,00	-1,00	13,6	12,5	8,2
3	-1,00	1,00	14,9	13,6	8,4
4	1,00	1,00	23,0	20,8	9,4
5	-1,41	0,00	11,4	11,4	-0,1
6	1,41	0,00	16,3	17,6	-8,1
7	0,00	-1,41	11,5	10,6	7,8
8	0,00	1,41	17,8	18,4	-3,4
9	0,00	0,00	13,3	14,5	-9,3
10	0,00	0,00	13,4	14,5	-8,2
11	0,00	0,00	13,1	14,5	-10,3
FC1	-	-	9,0	10,3	-14,6
FC2	-	-	13,0	10,9	16,3

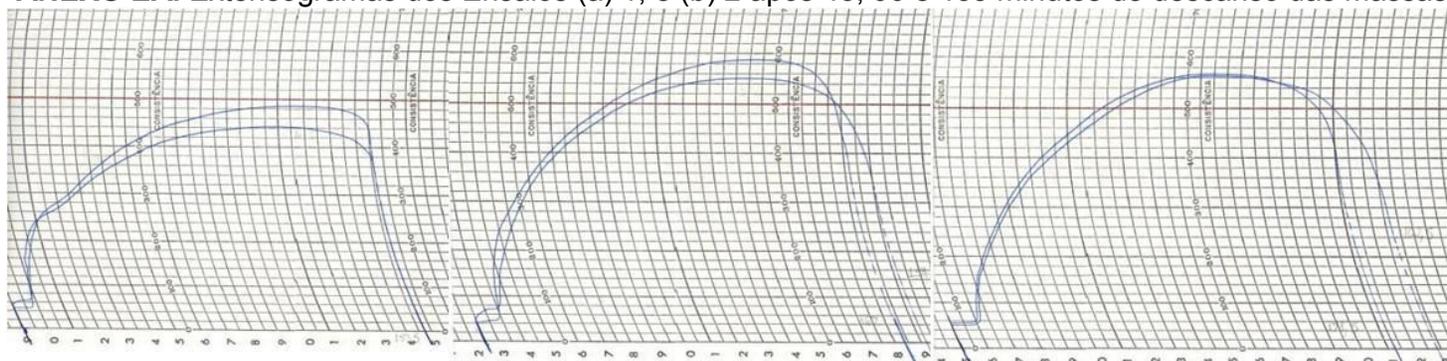
FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO DE. Valores do índice de tolerância à mistura (ITM), previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos

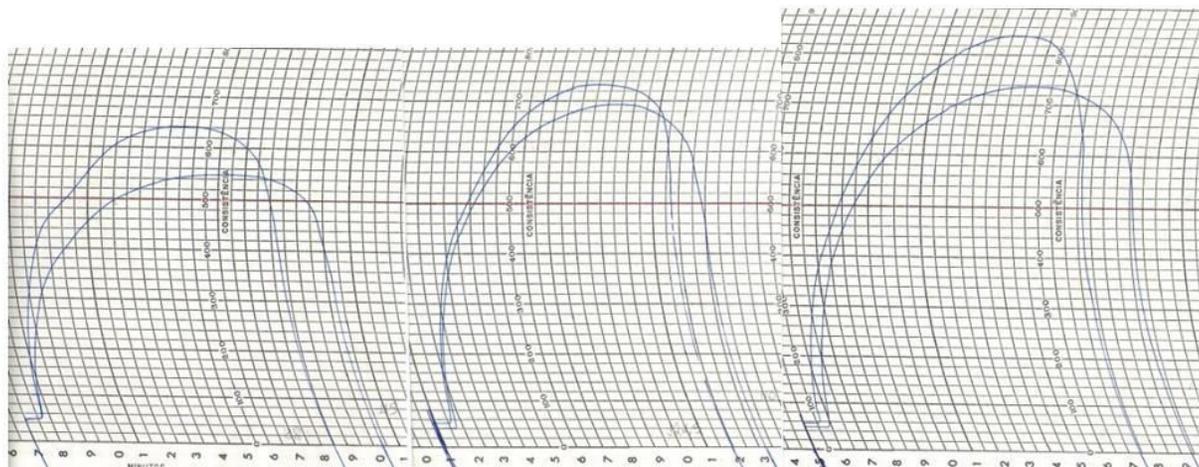
Ensaio	FTGI	FBT	ITM		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	40,0	19,0	52,6
2	1,00	-1,00	30,0	29,0	3,3
3	-1,00	1,00	29,0	29,5	-1,8
4	1,00	1,00	20,0	39,6	-97,9
5	-1,41	0,00	35,0	22,2	36,6
6	1,41	0,00	20,0	36,4	-81,8
7	0,00	-1,41	40,0	21,8	45,4
8	0,00	1,41	25,0	36,7	-46,9
9	0,00	0,00	23,0	29,3	-27,3
10	0,00	0,00	25,0	29,3	-17,1
11	0,00	0,00	35,0	29,3	16,4
FC1	-	-	45,0	14,7	67,3
FC2	-	-	32,0	28,9	9,6

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO EA. Extensogramas dos Ensaios (a) 1, e (b) 2 após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas

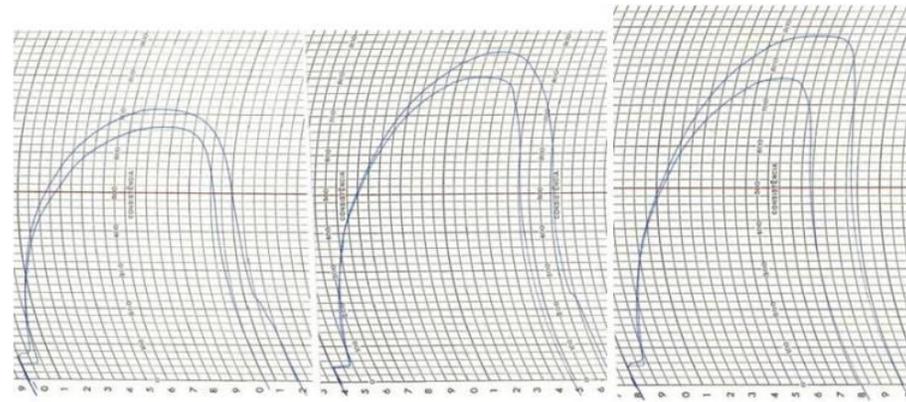


(a)

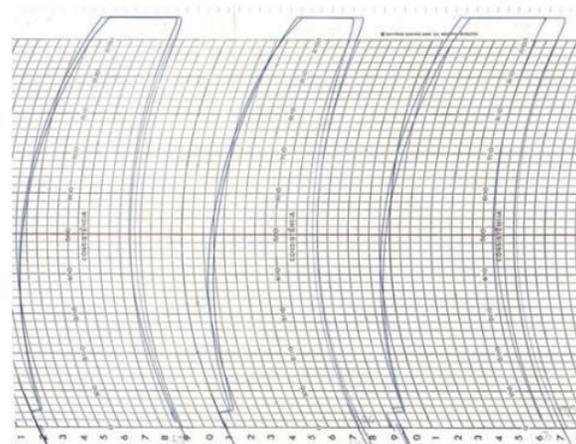


(b)

ANEXO EB. Extensogramas dos Ensaios (a) 3, e (b) 4 após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas

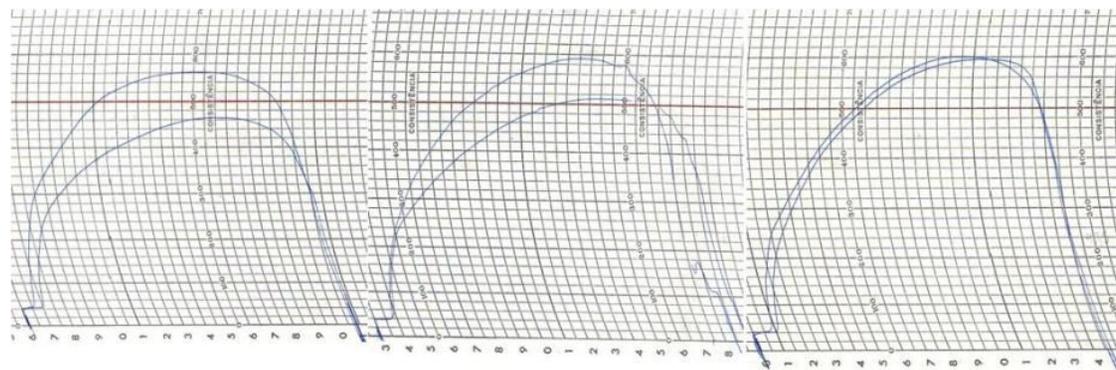


(a)

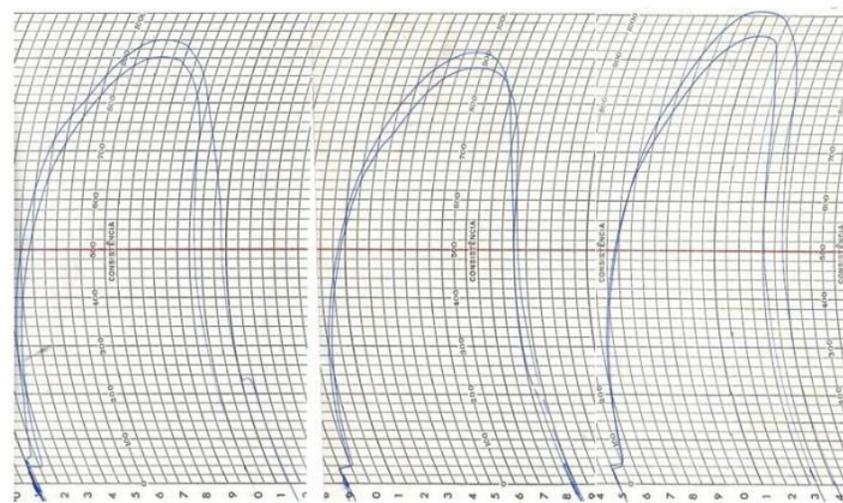


(b)

ANEXO EC. Extensogramas dos Ensaios (a) 5, e (b) 6 após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas

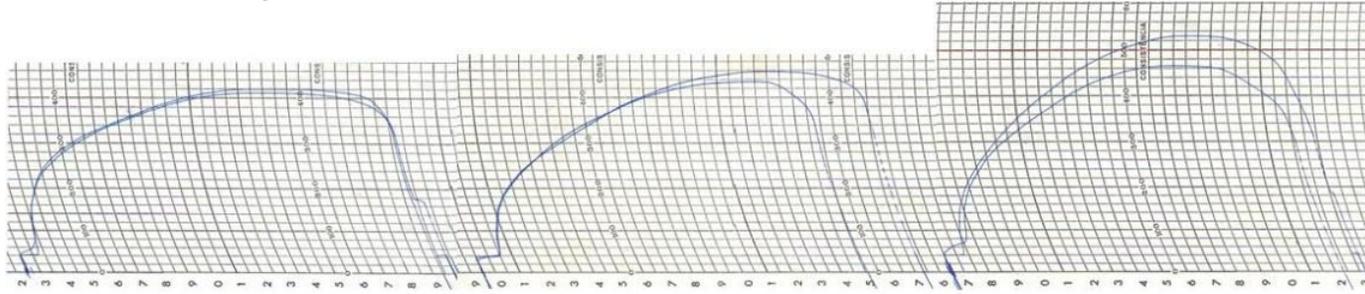


(a)

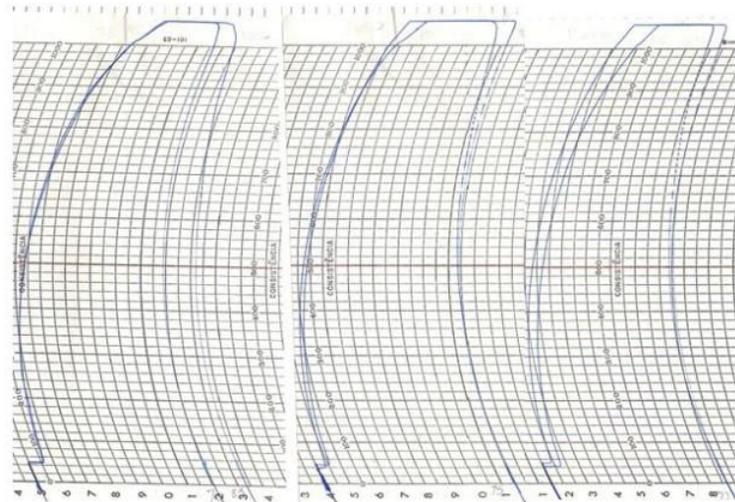


(b)

ANEXO ED. Extensogramas dos Ensaios (a) 7, e (b) 8 após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas

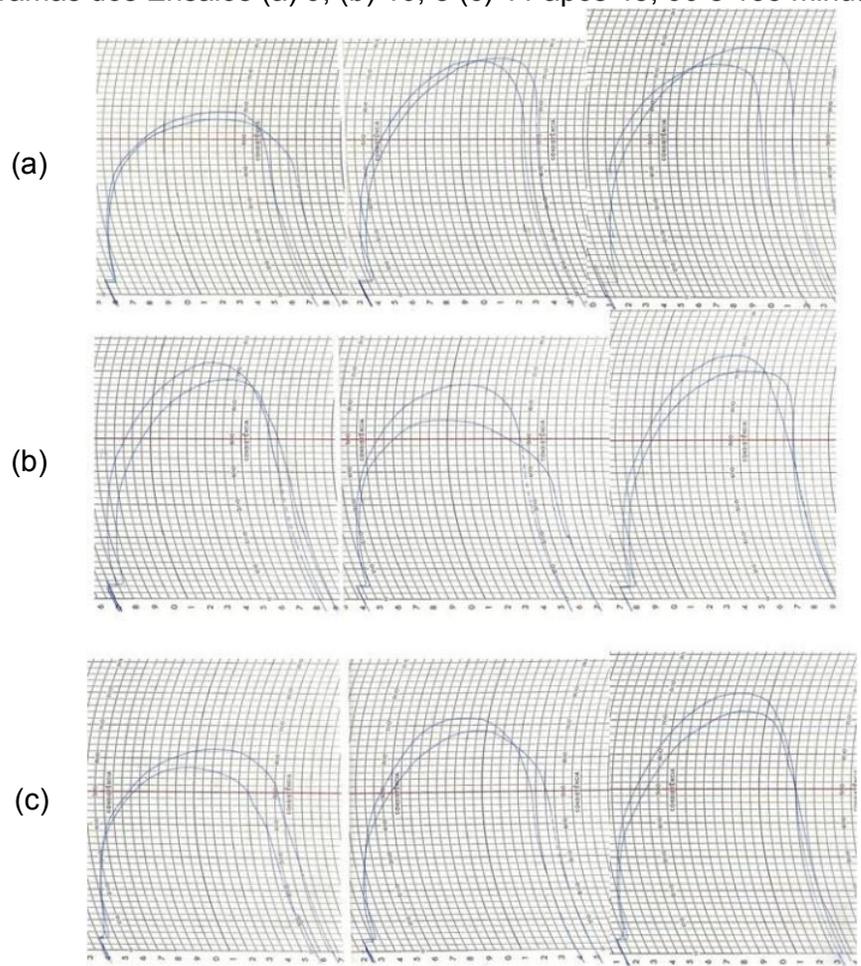


(a)

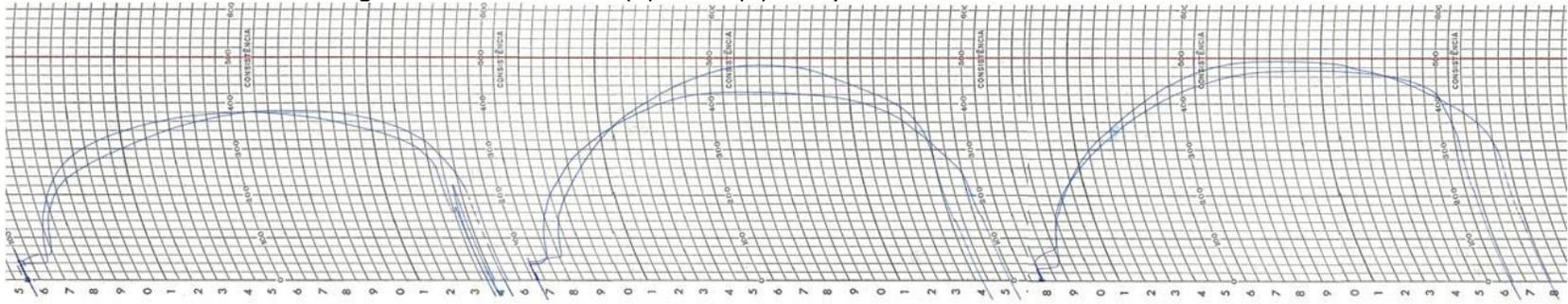


(b)

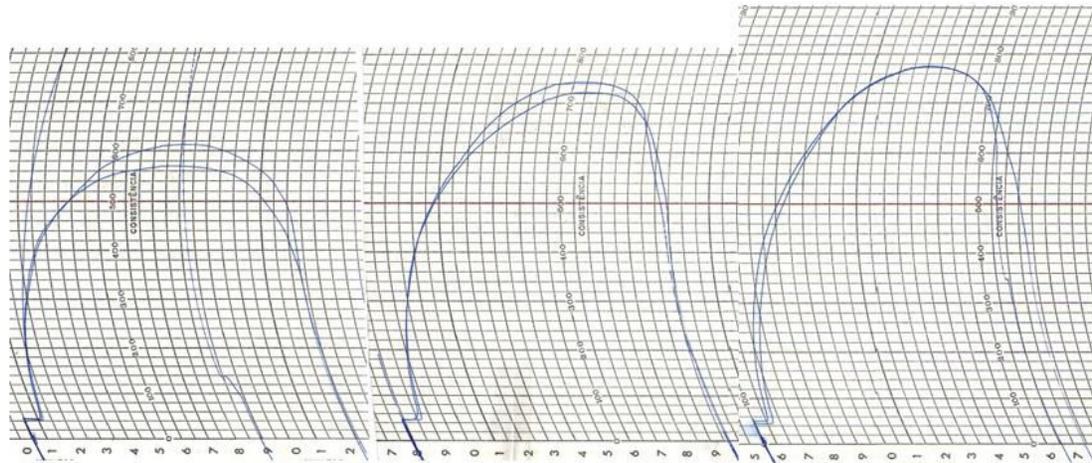
ANEXO EE. Extensogramas dos Ensaios (a) 9, (b) 10, e (c) 11 após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas



ANEXO EF. Extensogramas dos Ensaios (a) 12, e (b) 13 após 45, 90 e 135 minutos de descanso das massas



(a)



(b)

ANEXO F. Resultados dos parâmetros extensográficos – 45 e 90 minutos

Ensaio	45 minutos				90 minutos			
	R	Rm	E	D	R	Rm	E	D
1	355	464	158	2,3	419	570	163	2,6
2	558	595	127	4,5	655	715	116	5,7
3	639	685	115	5,6	713	835	115	6,2
4	1000	1000	75	13,3	1000	1000	78	12,9
5	435	511	148	2,9	568	593	120	3,0
6	903	920	95	9,5	880	898	93	9,5
7	339	415	169	2,0	310	452	177	1,8
8	1000	1000	77	13,1	1000	1000	75	13,3
9	536	571	115	4,7	640	745	121	5,3
10	580	605	120	4,9	645	700	117	5,5
11	552	598	122	4,5	646	700	120	5,4
FC1	310	381	174	1,8	370	413	181	2,0
FC2	568	593	120	4,7	662	731	117	5,7

ANEXO GA. Valores da resistência à extensão experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos.

Ensaio	FTGI	FBT	Resistência à extensão (UE)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	393,8	315,7	19,8
2	1,00	-1,00	669,0	647,6	3,2
3	-1,00	1,00	690,0	706,7	-2,4
4	1,00	1,00	1000,0	1038,7	-3,9
5	-1,41	0,00	440,0	443,2	-0,7
6	1,41	0,00	965,0	911,2	5,6
7	0,00	-1,41	337,5	401,5	-19,0
8	0,00	1,41	1000,0	952,9	4,7
9	0,00	0,00	643,8	677,2	-5,2
10	0,00	0,00	645,0	677,2	-5,0
11	0,00	0,00	665,0	677,2	-1,8
FC1	-	-	360,0	167,5	53,5
FC2	-	-	710,0	635,5	10,5

UE = Unidades extensográficas; FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO GB. Valores da extensibilidade experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos.

Ensaio	FTGI	FBT	Extensibilidade (mm)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	170,5	169,1	0,8
2	1,00	-1,00	136,0	131,5	3,3
3	-1,00	1,00	111,0	108,7	2,1
4	1,00	1,00	80,5	71,1	11,7
5	-1,41	0,00	146,8	146,6	0,1
6	1,41	0,00	86,3	93,5	-8,4
7	0,00	-1,41	161,5	162,7	-0,7
8	0,00	1,41	72,0	77,5	-7,6
9	0,00	0,00	118,8	120,1	-1,1
10	0,00	0,00	117,5	120,1	-2,2
11	0,00	0,00	120,0	120,1	-0,1
FC1	-	-	192,0	189,2	1,5
FC2	-	-	114,5	136,1	-18,9

mm = milímetros; FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO GC. Valores do número proporcional (D) experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos.

Ensaio	FTGI	FBT	Número proporcional (D)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	2,3	0,8	66,8
2	1,00	-1,00	5,0	5,9	-18,0
3	-1,00	1,00	6,2	7,8	-24,5
4	1,00	1,00	2,4	12,9	-432,6
5	-1,41	0,00	3,0	2,4	20,3
6	1,41	0,00	11,2	9,6	14,1
7	0,00	-1,41	2,1	2,7	-29,9
8	0,00	1,41	13,9	12,6	9,4
9	0,00	0,00	5,5	6,0	-10,1
10	0,00	0,00	5,5	6,0	-9,3
11	0,00	0,00	5,6	6,0	-8,1
FC1	-	-	1,9	-0,9	147,6
FC2	-	-	6,2	6,3	-1,8

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO HA. Valores do volume específico experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos.

Ensaio	FTGI	FBT	Volume específico (mL/g)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	3,50	3,06	-12,63
2	1,00	-1,00	4,72	4,42	-6,42
3	-1,00	1,00	4,93	4,88	-1,06
4	1,00	1,00	2,51	2,60	3,43
5	-1,41	0,00	3,81	4,07	6,57
6	1,41	0,00	3,35	3,41	2,07
7	0,00	-1,41	3,66	3,74	2,11
8	0,00	1,41	3,20	3,74	16,97
9	0,00	0,00	3,87	3,74	-3,43
10	0,00	0,00	3,83	3,74	-2,29
11	0,00	0,00	3,73	3,74	0,35
FC1	-	-	3,50	3,06	-12,63
FC2	-	-	4,72	4,42	-6,42

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO HB. Valores da espessura experimentais, previstos pelo modelo com as variáveis codificadas e desvios relativos.

Ensaio	FTGI	FBT	Espessura (mm)		
			V Exp	V Pre	ER* (%)
1	-1,00	-1,00	8,17	9,19	12,48
2	1,00	-1,00	7,85	7,71	-1,80
3	-1,00	1,00	8,21	7,97	-2,90
4	1,00	1,00	6,13	6,49	5,89
5	-1,41	0,00	9,57	8,24	-13,94
6	1,41	0,00	7,31	6,14	-15,92
7	0,00	-1,41	8,66	9,35	7,96
8	0,00	1,41	6,20	7,63	23,03
9	0,00	0,00	8,11	8,49	4,63
10	0,00	0,00	8,96	8,49	-5,25
11	0,00	0,00	8,98	8,49	-5,50
FC1	-	-	8,17	9,19	12,48
FC2	-	-	7,85	7,71	-1,80

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; FC1 = formulação com 100% farinha de trigo refinada para pizza; FC2 = formulação com 100% de farinha de trigo de grão inteiro; V Exp = valores experimentais; V Pre = valores preditos pelo modelo; * ER = $(V \text{ Exp} - V \text{ Pre}) / V \text{ Exp} \times 100$

ANEXO IA. Coeficientes de regressão para a resposta umidade (%) das massas de pizza pré-assadas no dia 1

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	27,48	0,75	36,55	0,00	25,55	29,42
FTGI linear	-0,58	0,46	-1,25	0,27	-1,76	0,61
FTGI quadrático	-0,56	0,55	-1,03	0,35	-1,97	0,84
FBT linear	0,58	0,46	1,26	0,26	-0,60	1,77
FBT quadrático	0,18	0,55	0,32	0,76	-1,23	1,59
FTGI x FBT	-0,27	0,65	-0,42	0,69	-1,95	1,40

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO IB. Coeficientes de regressão para a resposta umidade (%) das massas de pizza pré-assadas no dia 10

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	27,65	1,05	26,29	0,00	24,95	30,36
FTGI linear	-0,36	0,64	-0,56	0,60	-2,02	1,29
FTGI quadrático	-0,53	0,77	-0,69	0,52	-2,50	1,44
FBT linear	1,10	0,64	1,71	0,15	-0,56	2,76
FBT quadrático	-0,27	0,77	-0,35	0,74	-2,24	1,70
FTGI x FBT	0,25	0,91	0,28	0,79	-2,09	2,60

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO IC. Coeficientes de regressão para a resposta umidade (%) das massas de pizza pré-assadas no dia 20

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	27,91	0,766	36,44	0,00	26,36	29,45
FTGI linear*	-1,35	0,469	-2,88	0,04	-2,29	-0,40
FTGI quadrático	-0,35	0,558	-0,63	0,56	-1,48	0,77
FBT linear	0,75	0,469	1,60	0,17	-0,19	1,70
FBT quadrático	-0,32	0,558	-0,57	0,60	-1,44	0,81
FTGI x FBT	-0,61	0,663	-0,92	0,40	-1,95	0,73

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

ANEXO ID. Coeficientes de regressão para a resposta umidade (%) das massas de pizza pré-assadas no dia 30

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	27,64	0,963	28,69	0,00	25,70	29,58
FTGI linear	-0,35	0,590	-0,59	0,58	-1,54	0,84
FTGI quadrático	-0,38	0,702	-0,54	0,61	-1,80	1,03
FBT linear	1,13	0,590	1,92	0,11	-0,06	2,32
FBT quadrático	-0,05	0,702	-0,06	0,95	-1,46	1,37
FTGI x FBT	-0,21	0,834	-0,26	0,81	-1,90	1,47

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO IE. Coeficientes de regressão para a resposta umidade (%) das massas de pizza pré-assadas no dia 44

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	27,81	0,979	28,41	0,00	25,84	29,78
FTGI linear	-0,19	0,599	-0,32	0,76	-1,40	1,01
FTGI quadrático	-0,23	0,713	-0,32	0,76	-1,66	1,21
FBT linear	0,61	0,599	1,02	0,35	-0,59	1,82
FBT quadrático	-0,37	0,713	-0,52	0,63	-1,81	1,07
FTGI x FBT	0,60	0,848	0,71	0,51	-1,10	2,31

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO IF. Coeficientes de regressão para a resposta umidade (%) das massas de pizza pré-assadas no dia 57

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	27,86	1,107	25,18	0,00	25,63	30,09
FTGI linear	0,17	0,678	0,26	0,81	-1,19	1,54
FTGI quadrático	-0,25	0,807	-0,31	0,77	-1,87	1,38
FBT linear	1,12	0,678	1,65	0,16	-0,25	2,49
FBT quadrático	-0,31	0,807	-0,39	0,72	-1,94	1,31
FTGI x FBT	-0,14	0,958	-0,14	0,89	-2,07	1,79

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO JA. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água das massas de pizza pré-assadas no dia 1

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	0,916	0,006	162,020	0,000	0,901	0,930
FTGI linear	-0,005	0,003	-1,329	0,241	-0,013	0,004
FTGI quadrático	-0,004	0,004	-0,904	0,408	-0,014	0,007
FBT linear	0,004	0,003	1,184	0,290	-0,005	0,013
FBT quadrático	0,003	0,004	0,654	0,542	-0,008	0,013
FTGI x FBT	-0,005	0,005	-0,932	0,394	-0,017	0,008

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO JB. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água das massas de pizza pré-assadas no dia 10

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	0,921	0,008	115,469	0,000	0,900	0,941
FTGI linear	-0,001	0,005	-0,227	0,829	-0,014	0,011
FTGI quadrático	-0,005	0,006	-0,851	0,434	-0,020	0,010
FBT linear	0,008	0,005	1,569	0,177	-0,005	0,020
FBT quadrático	-0,002	0,006	-0,392	0,711	-0,017	0,013
FTGI x FBT	0,002	0,007	0,290	0,784	-0,016	0,020

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO JC. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água das massas de pizza pré-assadas no dia 20

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	0,921	0,004	220,1	0,000	0,912	0,929
FTGI linear*	-0,010	0,003	-3,9	0,012	-0,015	-0,005
FTGI quadrático	-0,003	0,003	-1,0	0,346	-0,009	0,003
FBT linear	0,006	0,003	2,5	0,056	0,001	0,012
FBT quadrático	-0,003	0,003	-1,1	0,323	-0,009	0,003
FTGI x FBT	-0,005	0,004	-1,3	0,262	-0,012	0,003

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

ANEXO JD. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água das massas de pizza pré-assadas no dia 30

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	0,917	0,006	148,5	0,000	0,904	0,929
FTGI linear	-0,003	0,004	-0,7	0,492	-0,010	0,005
FTGI quadrático	-0,002	0,004	-0,5	0,653	-0,011	0,007
FBT linear *	0,009	0,004	2,3	0,074	0,001	0,016
FBT quadrático	-0,001	0,004	-0,1	0,904	-0,010	0,008
FTGI x FBT	-0,002	0,005	-0,4	0,691	-0,013	0,009

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

ANEXO JE. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água das massas de pizza pré-assadas no dia 44

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	0,922	0,006	147,3	0,000	0,909	0,935
FTGI linear	-0,003	0,004	-0,7	0,520	-0,010	0,005
FTGI quadrático	-0,004	0,005	-0,9	0,405	-0,013	0,005
FBT linear	0,007	0,004	1,8	0,135	-0,001	0,015
FBT quadrático	-0,005	0,005	-1,0	0,361	-0,014	0,005
FTGI x FBT	0,004	0,005	0,8	0,469	-0,007	0,015

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO JF. Coeficientes de regressão para a resposta atividade de água das massas de pizza pré-assadas no dia 57

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	0,917	0,008	116,1	0,000	0,901	0,933
FTGI linear	0,000	0,005	0,0	0,974	-0,010	0,010
FTGI quadrático	-0,003	0,006	-0,5	0,662	-0,014	0,009
FBT linear	0,008	0,005	1,7	0,145	-0,001	0,018
FBT quadrático	-0,001	0,006	-0,2	0,815	-0,013	0,010
FTGI x FBT	-0,003	0,007	-0,5	0,669	-0,017	0,011

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO KA. Coeficientes de regressão para a resposta textura instrumental das massas de pizza pré-assadas no dia 1

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	508,00	85,36	5,95	0,00	288,58	727,42
FTGI linear	25,01	52,27	0,48	0,65	-109,35	159,38
FTGI quadrático	79,23	62,21	1,27	0,26	-80,70	239,16
FBT linear	43,70	52,27	0,84	0,44	-90,67	178,06
FBT quadrático	-17,67	62,21	-0,28	0,79	-177,59	142,26
FTGI x FBT	75,11	73,92	1,02	0,36	-114,91	265,14

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO KB. Coeficientes de regressão para a resposta textura instrumental das massas de pizza pré-assadas no dia 10

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	524,04	55,065	9,52	0,00	382,5	665,59
FTGI linear	39,53	33,721	1,17	0,29	-47,1	126,21
FTGI quadrático	53,65	40,135	1,34	0,24	-49,5	156,83
FBT linear	1,52	33,721	0,05	0,97	-85,2	88,20
FBT quadrático	32,23	40,135	0,80	0,46	-70,9	135,41
FTGI x FBT	-13,75	47,688	-0,29	0,78	-136,3	108,84

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO KC. Coeficientes de regressão para a resposta textura instrumental das massas de pizza pré-assadas no dia 20

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	565,33	26,12	21,65	0,00	512,70	617,95
FTGI linear*	71,55	15,99	4,47	0,01	39,32	103,78
FTGI quadrático	45,58	19,04	2,40	0,06	7,22	83,94
FBT linear	-9,09	15,99	-0,57	0,59	-41,32	23,13
FBT quadrático	37,24	19,04	1,96	0,11	-1,12	75,59
FTGI x FBT	11,06	22,62	0,49	0,65	-34,51	56,64

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

ANEXO KD. Coeficientes de regressão para a resposta textura instrumental das massas de pizza pré-assadas no dia 30

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	689,10	86,00	8,01	0,00	515,8	862,38
FTGI linear	63,49	52,66	1,21	0,28	-42,6	169,61
FTGI quadrático	41,69	62,68	0,67	0,53	-84,6	167,99
FBT linear	42,06	52,66	0,80	0,46	-64,1	148,17
FBT quadrático	26,82	62,68	0,43	0,69	-99,5	153,12
FTGI x FBT	24,72	74,47	0,33	0,75	-125,3	174,79

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO KE. Coeficientes de regressão para a resposta textura instrumental das massas de pizza pré-assadas no dia 44

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	651,98	110,60	5,8949	0,0020	429,1	874,85
FTGI linear	15,39	67,73	0,2273	0,8292	-121,1	151,87
FTGI quadrático	67,68	80,61	0,8396	0,4394	-94,8	230,12
FBT linear	65,69	67,73	0,9699	0,3766	-70,8	202,17
FBT quadrático	42,06	80,61	0,5218	0,6241	-120,4	204,50
FTGI x FBT	-74,43	95,78	-0,7771	0,4723	-267,4	118,58

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO KF. Coeficientes de regressão para a resposta textura instrumental das massas de pizza pré-assadas no dia 57

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	860,06	113,53	7,58	0,00	631,3	1088,8
FTGI linear	-17,90	69,52	-0,26	0,81	-158,0	122,2
FTGI quadrático	40,13	82,75	0,49	0,64	-126,6	206,9
FBT linear	10,55	69,52	0,15	0,88	-129,5	150,6
FBT quadrático	-4,48	82,75	-0,05	0,96	-171,2	162,3
FTGI x FBT	25,82	98,32	0,26	0,80	-172,3	223,9

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO LA. Coeficientes de regressão para a resposta pH das massas de pizza pré-assadas no dia 1

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,31	0,22	23,9	0,00	4,74	5,88
FTGI linear	-0,02	0,14	-0,1	0,91	-0,37	0,33
FTGI quadrático	0,15	0,16	0,9	0,39	-0,26	0,57
FBT linear	-0,05	0,14	-0,4	0,72	-0,40	0,30
FBT quadrático	0,10	0,16	0,6	0,57	-0,32	0,51
FTGI x FBT	-0,16	0,19	-0,8	0,44	-0,65	0,33

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO LB. Coeficientes de regressão para a resposta pH das massas de pizza pré-assadas no dia 10

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,50	0,13	42,7	0,00	5,17	5,84
FTGI linear	0,04	0,08	0,5	0,62	-0,16	0,24
FTGI quadrático	0,08	0,09	0,8	0,44	-0,16	0,32
FBT linear	-0,11	0,08	-1,4	0,21	-0,32	0,09
FBT quadrático	0,10	0,09	1,0	0,36	-0,15	0,34
FTGI x FBT	-0,02	0,11	-0,1	0,89	-0,30	0,27

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO LC. Coeficientes de regressão para a resposta pH das massas de pizza pré-assadas no dia 20

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,54	0,14	40,0	0,00	5,26	5,81
FTGI linear	0,07	0,08	0,9	0,43	-0,10	0,24
FTGI quadrático	0,05	0,10	0,5	0,64	-0,15	0,25
FBT linear	-0,05	0,08	-0,6	0,57	-0,22	0,12
FBT quadrático	0,06	0,10	0,6	0,55	-0,14	0,27
FTGI x FBT	0,05	0,12	0,4	0,70	-0,19	0,29

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO LD. Coeficientes de regressão para a resposta pH das massas de pizza pré-assadas no dia 30

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,46	0,10	56,9	0,00	5,26	5,65
FTGI linear	0,06	0,06	1,0	0,37	-0,06	0,18
FTGI quadrático	0,08	0,07	1,2	0,30	-0,06	0,22
FBT linear	-0,08	0,06	-1,3	0,25	-0,19	0,04
FBT quadrático	0,07	0,07	1,0	0,36	-0,07	0,21
FTGI x FBT	-0,05	0,08	-0,6	0,59	-0,22	0,12

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO LE. Coeficientes de regressão para a resposta pH das massas de pizza pré-assadas no dia 44

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,43	0,09	62,5	0,00	5,26	5,61
FTGI linear	0,08	0,05	1,6	0,17	-0,02	0,19
FTGI quadrático	0,05	0,06	0,8	0,46	-0,08	0,18
FBT linear	-0,04	0,05	-0,7	0,53	-0,14	0,07
FBT quadrático	0,02	0,06	0,3	0,78	-0,11	0,15
FTGI x FBT	0,01	0,08	0,2	0,87	-0,14	0,17

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO LF. Coeficientes de regressão para a resposta pH das massas de pizza pré-assadas no dia 57

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	5,59	0,11	49,1	0,00	5,36	5,82
FTGI linear	0,11	0,07	1,5	0,19	-0,03	0,25
FTGI quadrático	0,03	0,08	0,4	0,73	-0,14	0,20
FBT linear	0,03	0,07	0,4	0,71	-0,11	0,17
FBT quadrático	-0,03	0,08	-0,4	0,73	-0,20	0,14
FTGI x FBT	0,05	0,10	0,5	0,66	-0,15	0,24

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança

ANEXO MA. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável das massas de pizza pré-assadas no dia 10

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	3,93	0,20	20,1	0,00	3,43	4,44
FTGI linear*	0,35	0,12	2,9	0,03	0,04	0,66
FTGI quadrático	0,15	0,14	1,0	0,36	-0,22	0,51
FBT linear*	-0,41	0,12	-3,4	0,02	-0,71	-0,10
FBT quadrático	0,23	0,14	1,6	0,17	-0,14	0,60
FTGI x FBT	-0,32	0,17	-1,9	0,12	-0,75	0,12

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

ANEXO MB. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável das massas de pizza pré-assadas no dia 20

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	4,01	0,20	19,7	0,00	3,60	4,42
FTGI linear*	0,54	0,12	4,3	0,01	0,29	0,79
FTGI quadrático	0,03	0,15	0,2	0,83	-0,27	0,33
FBT linear	-0,20	0,12	-1,6	0,16	-0,46	0,05
FBT quadrático	0,19	0,15	1,3	0,25	-0,11	0,49
FTGI x FBT	0,19	0,18	1,1	0,33	-0,16	0,55

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).

ANEXO MC. Coeficientes de regressão para a resposta acidez total titulável das massas de pizza pré-assadas no dia 44

	Coef. De Regressão	Erro Padrão	t(10)	p-valor	Lim. Conf. -90%	Lim. Conf. 90%
Média	3,97	0,16	25,4	0,00	3,65	4,28
FTGI linear*	0,31	0,10	3,2	0,02	0,12	0,50
FTGI quadrático	0,18	0,11	1,6	0,18	-0,05	0,41
FBT linear	-0,14	0,10	-1,5	0,19	-0,34	0,05
FBT quadrático	-0,01	0,11	-0,1	0,90	-0,24	0,22
FTGI x FBT*	-0,28	0,14	-2,1	0,09	-0,56	-0,01

FTGI = farinha de trigo de grão inteiro; FBT = fibra branca de trigo; Coef. = coeficiente; Lim. Conf. = limite de confiança; * fatores estatisticamente significativos a 90% de confiança ($p < 0,10$).