



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

REBECA DE LIMA DANTAS

Técnicas de elaboração de massa alimentícia mista estabilizada

Campina Grande

2013

REBECA DE LIMA DANTAS

Técnicas de elaboração de massa alimentícia mista estabilizada

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

ORIENTADORA: Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Trindade Rocha

Campina Grande

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

D192t Dantas, Rebeca de Lima.
Técnicas de elaboração de massa alimentícia mista estabilizada / Rebeca de Lima Dantas. – Campina Grande, 2013.
65 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2013.

"Orientação: Profa. Dra. Ana Paula Trindade Rocha".
Referências.

1. Produtos Agrícolas - Armazenamento e Processamento. 2. Massa Alimentícia. 3. Aditivo. 4. Qualidade. I. Rocha, Ana Paula Trindade.
II. Título.

CDU 631.563(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

REBECA DE LIMA DANTAS

**TÉCNICAS DE ELABORAÇÃO DE MASSA ALIMENTÍCIA
MISTA ESTABILIZADA**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Ana Paula Trindade Rocha

Dr.^a Ana Paula Trindade Rocha
Orientadora (UAEA/CTRN/UFCC)

APROVADO

Ângela Maria Santiago

Dr.^a Ângela Maria Santiago
Examinadora (CCT/UEPB)

APROVADO

Gilmar Trindade de Araújo

Dr. Gilmar Trindade de Araújo
Examinador (UAEQ/UFCC)

APROVADO

Maria Elita Martins Duarte

Dr.^a Maria Elita Martins Duarte
Examinadora (UAEA/CTRN/UFCC)

APROVADO

FEVEREIRO - 2013

Dedico

Para meu marido, Rodrigo Dantas

A meus pais, Vera Lúcia e Severino Dantas

A minha avó, Cristina Trindade

Pelo incentivo na transformação de sonhos em projetos reais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que realiza grandes bênçãos em minha vida e me dá força e coragem para enfrentar os obstáculos.

A meu marido que está sempre me apoiando na conquista dos meus objetivos, pessoa fundamental para esta caminhada. Pela força, apoio, incentivo e pela presença sempre constante na minha vida pessoal e profissional.

Aos amigos que conquistei; Wólia, Regilane, Flávio, Taciano, Patrícia, Débora, Elizabeth, Flávia, João Carlos, Aline Chiara, Jullyane Mayara, Gabriela Silva e Amanda Priscila pela amizade e ajuda neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Mário Eduardo R. Moreira Cavalcanti Mata e à Prof^ª. Dra. Maria Elita Martins Duarte, pela oportunidade que vocês me concedem de estar me capacitando ainda mais para o trabalho que exerço no Laboratório de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas.

À orientadora Prof^ª. Dra. Ana Paula Trindade Rocha por toda ajuda e orientação na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1– Objetivo geral.....	2
1.1.1 – Objetivos específicos.....	2
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 – Massas alimentícias.....	3
2.2 – Classificação das massas alimentícias.....	4
2.2.1 – Quanto à composição.....	4
2.2.2 – Quanto ao teor de água.....	5
2.3 – Farinha mista.....	5
2.4 – Matérias-primas utilizadas na fabricação de massas alimentícias.....	8
2.4.1 – Farinha de trigo.....	8
2.4.2 – Farelo de trigo.....	10
2.4.3 – Aditivos.....	11
2.4.3.1 – Corantes.....	12
2.4.3.2 – Conservantes.....	12
2.4.3.3 – Emulsificantes.....	12
2.4.3.4 – Estabilizantes.....	13
2.4.4 – Água.....	13
2.5 – Processamento de massas alimentícias.....	14
2.6 – Preparação da matéria-prima.....	15
2.6.1 – Mistura.....	15
2.6.2 – Extrusão e seccionamento.....	15
2.6.3 – Secagem.....	16
2.6.5 – Embalagem e armazenamento.....	16
2.7 – Cinética de secagem.....	17
2.7.1 – Modelos empíricos aplicados às curvas de secagem.....	19
2.7.2 – Efeitos da temperatura de secagem nas massas alimentícias.....	19

3 – MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 – Matéria-prima.....	21
3.2 – Procedimentos metodológicos.....	21
3.2.1 – Análises físico-químicas da matéria prima.....	21
3.2.1.1 – Cinzas.....	21
3.2.1.2 – Teor de água.....	21
3.2.1.3 – Proteínas.....	22
3.2.1.4 – Amido.....	22
3.2.1.5 – Glúten seco.....	22
3.3 – Elaboração da massa alimentícia.....	22
3.4 – Planejamento experimental.....	23
3.5 – Etapas do processamento da massa.....	23
3.5.1 – Pesagem e mistura dos ingredientes.....	24
3.5.2 – Extrusão e seccionamento.....	25
3.5.3 – Secagem.....	25
3.5.4 – Embalagem e armazenamento.....	25
3.6 – Características físico-químicas das massas alimentícias.....	26
3.6.1 – Análises específicas de cozimento.....	26
3.6.1.1 – Tempo de cozimento.....	26
3.6.1.2 – Rendimento.....	26
3.6.1.3 – Aumento de volume.....	27
3.6.1.4 – Perda de sólidos solúveis.....	27
3.7 – Cinética de secagem.....	27
3.8 – Análise microbiológica.....	28
3.9 – Teste de aceitação.....	29
3.10 – Análise estatística.....	29
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 – Caracterização físico-química da matéria-prima.....	31
4.2 – Resultado do planejamento experimental.....	32
4.2.1 – Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para o tempo de cozimento.....	33
4.2.2 – Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para o rendimento.....	38

4.2.3 – Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para o aumento de volume.....	42
4.2.4 – Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para a perda de sólidos solúveis.....	44
4.3 – Cinética de secagem.....	46
4.4 – Caracterização microbiológica das massas alimentícias.....	51
4.5 – Teste de aceitação.....	52
5 – CONCLUSÕES.....	54
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXO	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	– Consumo per capita de massas alimentícias (kg/hab/ano).....	4
Tabela 2.2	– Composição físico-química do farelo de trigo.....	11
Tabela 2.3	– Componentes da água para processamento de massas alimentícias.....	14
Tabela 2.4	– Modelos matemáticos aplicados às curvas de secagem.....	19
Tabela 3.1	– Níveis das variáveis independentes estudadas no processo de produção de massas alimentícias.....	23
Tabela 3.2	– Modelos matemáticos aplicados na secagem das massas alimentícias.....	28
Tabela 4.1	– Composição físico-química de farinha de trigo, farelo de trigo e misturas.....	31
Tabela 4.2	– Resultados da caracterização da qualidade das massas alimentícias.....	33
Tabela 4.3	– Coeficientes de regressão para a resposta tempo de cozimento.....	35
Tabela 4.4	– Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para o tempo de cozimento das massas alimentícias.....	35
Tabela 4.5	– Coeficientes de regressão para a resposta rendimento.....	39
Tabela 4.6	– Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para o rendimento das massas alimentícias.....	39
Tabela 4.7	– Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para o aumento de volume das massas alimentícias.....	43
Tabela 4.8	– Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para a perda de sólidos solúveis das massas alimentícias.....	45
Tabela 4.9	– Parâmetros e coeficientes de determinação (R^2) dos modelos ajustados para a temperatura de 40°C, 50°C e 60°C.....	50
Tabela 4.10	– Resultado das análises microbiológicas para massas alimentícias...	51
Tabela 4.11	– Resultados do teste de Tukey para o teste de aceitação.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 –	Etapas da produção de farinha de trigo.....	9
Figura 2.2 –	Curva típica de secagem.....	18
Figura 3.1 –	Farinha de trigo.....	23
Figura 3.2 –	Farelo de trigo.....	23
Figura 3.3 –	Aditivo citrosen [®]	23
Figura 3.4 –	Fluxograma do processamento do macarrão.....	24
Figura 3.5 –	Processo de extrusão.....	25
Figura 3.6 –	Secagem da massa alimentícia.....	25
Figura 3.7 –	Embalagem e armazenamento da massa.....	26
Figura 4.1 –	Diagrama de Pareto para o tempo de cozimento.....	34
Figura 4.2 –	Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta tempo de cozimento.....	36
Figura 4.3 –	Superfícies de resposta e curvas de contorno do tempo de cozimento em função do aditivo e farelo (a e b), do aditivo e temperatura (c e d) e da temperatura e do farelo de trigo (e e f).....	37
Figura 4.4 –	Diagrama de Pareto para o rendimento.....	38
Figura 4.5 –	Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta rendimento.....	40
Figura 4.6 –	Superfícies de resposta e curvas de contorno do rendimento em função do aditivo e farelo (a e b), do aditivo e temperatura (c e d) e da temperatura e do farelo de trigo (e e f).....	41
Figura 4.7 –	Diagrama de Pareto para o aumento de volume.....	42
Figura 4.8 –	Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta aumento de volume.....	43
Figura 4.9 –	Diagrama de Pareto para perda de sólidos solúveis.....	44
Figura 4.10 –	Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta sólidos solúveis.....	45
Figura 4.11 –	Curva de secagem de massa alimentícia mista com 20% de farelo de trigo (experimental e estimada) a temperatura de 40°C, 50°C e 60°C, empregando o modelo matemático de Midilli.....	46
Figura 4.12 –	Curva de secagem de massa alimentícia mista com 15% de farelo	47

	de trigo (experimental e estimada) a temperatura de 40°C, 50°C e 60°C, empregando o modelo matemático de Midilli.....	
Figura 4.13	– Curva de secagem de massa alimentícia mista com 10% de farelo de trigo (experimental e estimada) a temperatura de 40°C, 50°C e 60°C, empregando o modelo matemático de Midilli.....	47
Figura 4.14	– Curva de secagem de massa alimentícia mista com 20%, 15% e 10% de farelo de trigo (experimental e estimada) a temperatura de 40°C empregando o modelo matemático de Midilli.....	48
Figura 4.15	– Curva de secagem de massa alimentícia mista com 20%, 15% e 10% de farelo de trigo (experimental e estimada) a temperatura de 50°C empregando o modelo matemático de Midilli.....	49
Figura 4.16	– Curva de secagem de massa alimentícia mista com 20%, 15% e 10% de farelo de trigo (experimental e estimada) a temperatura de 40°C empregando o modelo matemático de Midilli.....	49
Figura 4.17	– Aceitabilidade geral das massas alimentícias mistas em diferentes temperaturas de secagem.....	52

RESUMO

As massas alimentícias desempenham importante papel no mercado de produtos alimentícios. Neste trabalho, massas alimentícias foram desenvolvidas com o objetivo de propor um alimento com características que atendam às exigências do mercado consumidor, usando-se farinha de trigo, aditivo à base de ácido cítrico (Citrosen[®]) e farelo de trigo. Foram analisadas as características físico-químicas (cinzas, teor de água, proteínas, glúten e amido) da matéria-prima e das misturas com 10%, 15% e 20% de farelo de trigo, obtendo-se os seguintes resultados médios: cinzas 1,82%, teor de água 11,47%, proteínas 12,51%, glúten 19,82% e amido 49,82%. A otimização das formulações foi realizada utilizando-se um delineamento fatorial de $2^3 + 3$ pontos centrais, considerando-se como variáveis independentes: temperatura de secagem, quantidade de aditivo e de farelo de trigo. Os efeitos dessas variáveis na qualidade da massa alimentícia foram avaliados em função das características de cozimento, observou-se que a maior quantidade do teor de farelo de trigo e de aditivo proporcionou, nas massas alimentícias, um tempo maior de cozimento, rendimento e perda de sólidos solúveis. O aumento de volume foi crescente à medida que se diminuiu a proporção desses ingredientes. A maior temperatura de secagem influenciou, de forma significativa, na redução do tempo de cozimento, rendimento, aumento de volume e da perda de sólidos solúveis. Para massas alimentícias de qualidade satisfatória pode-se dizer que o ensaio 8 foi aquele que apresentou melhores características química, tecnológica, funcional e sensorial, apresentando um tempo médio de cozimento, rendimento igual a 200%, aumento de volume proporcional ao rendimento e menor perda de sólidos solúveis na água de cozimento, além de ter tido uma aceitação de 40,62% de concordância entre os provadores, no teste de aceitação. A massa foi desenvolvida com maior teor de farelo de trigo e aditivo e submetida à maior temperatura de secagem. No teste de aceitação da massa cozida a formulação com maior quantidade de farelo de trigo teve influência significativa na avaliação de aceitação pelo consumidor. As cinéticas de secagem realizadas nas temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C, mostraram que os tempos de secagem diminuíram, conforme o aumento da temperatura e que as curvas tiveram comportamento diferenciado, de acordo com o teor de farelo de trigo. Pode-se concluir, então, que o farelo de trigo e o aditivo Citrosen[®] foram os ingredientes que exerceram maior influência na qualidade tecnológica das massas alimentícias, tornando-as viáveis para produção com características químicas, tecnológicas e sensoriais satisfatórias.

ABSTRACT

Nutritious masses play an important role in the market of food products. In this work, nutritious masses were developed with the aim of proposing a food with features that meet the demands of the consumer market, using wheat flour, based additive citric acid (Citrosen[®]) and wheat bran. We analysed the physical-chemical characteristics (ash, water content, protein, gluten and starch) of the raw material and mixtures with 10%, 15% and 20% of wheat bran, yielding the following average results: Ash 1.82%, water content 11.47%, 12.51% protein, gluten and starch 19.82% 49.82%. The optimization of the formulations was performed using a factorial design with $2^3 + 3$ centre points, considering them as independent variables: drying temperature and additive amount of wheat bran. The effects of these variables on the quality of the food were evaluated in terms of cooking characteristics; we found that the largest amount of wheat bran content and additive provided, in nutritious masses, a longer cooking time, income and loss of soluble solids. The increase in volume was higher as it decreased the proportion of these ingredients. The higher drying temperature influenced significantly, reducing the cooking time, yield, swelling and loss of soluble solids. For a nutritious mass of satisfactory quality it can be said that the test was 8 who showed better chemical chemical, technological, functional and sensory characteristics, with an average time of cooking, income equal to 200% increase in volume proportional to income and lower loss of soluble solids in the cooking water, and has had an acceptance of 40.62% agreement between the judges, in the acceptance test. The dough was developed with a higher content of wheat bran additive and subjected to a higher drying temperature. Acceptance testing of cooked dough formulation with the highest amount of wheat bran had a significant influence on the evaluation of consumer acceptance. The kinetics of drying carried out at temperatures of 40°C, 50°C and 60°C showed that the drying times decreased with increasing temperature and that the curves have a different behaviour in accordance with the content of wheat bran. One can conclude, then, that the wheat bran and the additive Citrosen[®] were the ingredients that had the greatest influence on the technological quality of the nutritious mass, making them viable for production with satisfactory chemical, sensory and technological characteristics.

INTRODUÇÃO

As massas alimentícias desempenham papel fundamental no mercado de produtos alimentícios, devido à facilidade da obtenção da matéria-prima, simplicidade do processo de produção, baixo custo, além do seu valor nutricional.

Nos últimos anos o setor de massas alimentícias tornou-se um dos segmentos que mais cresceram na industrialização de cereais para a alimentação humana (PAUCAR-MENACHO et al., 2008). De acordo com dados da Associação Brasileira de Massas Alimentícias – ABIMA (2011) o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de macarrão e o consumo per capita é, em média, de 6,4kg/hab/ano no país, o qual vem crescendo de forma expressiva nos últimos anos.

Por se tratar de um alimento com alto índice de aceitabilidade, a proposta deste trabalho é a de elaborar massas alimentícias mistas com substituições parciais da farinha de trigo por farelo de trigo e aditivo Citrosen[®], estabilizante à base de ácido cítrico, de modo a avaliar os efeitos desses ingredientes na qualidade tecnológica e sensorial do produto final.

A farinha de trigo pode ser mesclada com farinhas de cevada, milho, centeio, aveia e semente de linhaça, entre outras, a fim de incrementar o teor de fibra alimentar e nutrientes tal como, também, dar uma diferenciação no produto final.

Neste contexto, muitos pesquisadores estudam a possibilidade de substituição ou acréscimo de algum outro ingrediente que melhore as características químicas e nutricionais das massas alimentícias como, por exemplo, a adição de mandioca salsa (MENEGASSI e LEONEL, 2005), adição de farinha de albedo de maracujá (SPANHOLI e OLIVEIRA, 2009), adição de subprodutos industriais (NICOLLETTI et al., 2007), adição de isolado proteico de soja e polidextrose (PAUCAR-MENACHO et al., 2008) desde que a qualidade do produto final não seja afetada e o processamento não sofra grandes alterações.

O emprego de aditivos se justifica por razões tecnológicas, nutricionais ou sensoriais. A necessidade do uso de um aditivo deve ser justificada sempre que proporcionar vantagens de ordem tecnológica e não quando possam ser alcançadas por operações de fabricação mais adequadas ou por maiores precauções de ordem higiênica ou operacional.

Trindade et al. (2011) realizaram pesquisas sobre a influência do uso de farinha de trigo estabilizada com Citrosen[®] nas características de massa alimentícia integral e observaram que o percentual de material inorgânico no farelo é maior que o da farinha. Nas análises de qualidade os resultados encontrados mostraram que a maior quantidade do aditivo

Citrosen[®] nas formulações, aumentou o rendimento do macarrão cozido, diminuiu o tempo de cozimento e reduziu a perda de sólidos solúveis.

Tendo em vista as vantagens da produção de massas alimentícias, como baixo custo, alto valor nutricional, boa aceitabilidade e por permitir o uso de cereais, como o farelo de trigo e do aditivo, que favorecem o aproveitamento comercial, este trabalho foi direcionado à elaboração de massa alimentícia mista e avaliação de sua qualidade.

1.1 - Objetivo Geral

Desenvolvimento de técnicas de elaboração de massas alimentícias de qualidade nutricional e tecnológica utilizando-se como ingredientes, farinha de trigo, farelo de trigo e estabilizante Citrosen[®] à base de ácido cítrico.

1.1.1 - Objetivos específicos

- Caracterizar a matéria-prima: farinha de trigo e farelo de trigo, quanto aos parâmetros químicos e físico-químicos e também as misturas compostas de proporções variáveis de 10,15 e 20% de farelo de trigo.
- Utilizar planejamento fatorial 2^3+3 pontos centrais, com três repetições no ponto central, totalizando 11 experimentos, para avaliar a influência das variáveis independentes: temperatura de secagem (°C), quantidade de farelo de trigo (%) e de aditivo Citrosen[®] (%) sobre as características tecnológicas das massas alimentícias, cujas variáveis dependentes são: tempo de cozimento, aumento de volume, rendimento e perda de sólidos solúveis.
- Realizar a cinética de secagem das misturas compostas de proporções variáveis de 10,15 e 20% de farelo de trigo, nas temperaturas de 40, 50 e 60°C e a aplicação dos modelos matemáticos de Page, Henderson & Pabis e Midilli, para determinar o melhor ajuste de cada equação.
- Realizar análise microbiológica nas massas alimentícias para garantir sua inocuidade e avaliar a aceitação do produto final por análise sensorial.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Massas alimentícias

Massa alimentícia é um alimento tradicional à base de cereais, muito popular devido à sua facilidade de transporte, manuseio, cocção e armazenamento e em razão da propriedade nutricional e boa palatabilidade (AKILLIOGLU e YALCIN, 2010).

Embora se saiba que os italianos são a nação que mais consome massa e apesar de ser um produto bastante associado à Itália, não são responsáveis pela criação do produto.

De acordo com a história, a origem das massas alimentícias é atribuída a diversos povos, sendo que os primeiros registros de consumo são encontrados entre os chineses, babilônios, assírios, romanos, árabes e italianos, destacando-se na China. Porém a tecnologia do processamento das massas alimentícias foi desenvolvida no sul da Itália, na região de Nápoles. Esta região possuía características climáticas que favoreciam o cultivo do trigo duro. O trigo duro é considerado o mais adequado para a produção de massas alimentícias (BARBOSA, 2002).

A partir do século XIII iniciou-se a difusão deste produto pelo mundo, realizada principalmente pelos italianos. Segundo Fernandes (2000) o macarrão chegou ao Brasil pela baía da Guanabara, no início do século XIX, trazido na bagagem de italianos refugiados, rebeldes, liberais e nacionalistas, militantes de um movimento clandestino inspirado na maçonaria: eram os chamados “carbonários”.

As massas alimentícias apresentam alto índice de aceitabilidade sendo um alimento rápido, versátil e de baixo custo. A simplicidade do processo de produção das massas alimentícias, aliada ao seu fácil manuseio e a estabilidade durante o armazenamento, fizeram com que esse tipo de produto tivesse seu consumo popularizado nas mais diversas regiões do mundo (MENEGASSI e LEONEL, 2005).

De acordo com os dados da ABIMA (2011) o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de macarrão cujo consumo per capita é, em média, de 6,4kg/hab/ano no País, conforme a Tabela 2.1, o qual vem crescendo de forma expressiva nos últimos anos. Além disto, dentre os diferentes tipos de massas produzidas, as secas correspondem a aproximadamente 81% deste consumo devido, provavelmente, à sua maior vida de prateleira em comparação com os demais tipos comercializados.

Tabela 2.1 - Consumo per capita de Massas Alimentícias (kg/hab/ano).

Tipos de Massas	2007	2008	2009	2010	2011
População Brasil (milhões hab)	188	190	191	191	192
Massas Secas	5,7	5,4	5,3	5,2	5,0
Massas Instantâneas	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0
Massas Frescas	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Total de Massas Alimentícias	6,7	6,5	6,4	6,4	6,2

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias – ABIMA (2011)

Do ponto de vista nutricional as massas alimentícias são ricas em carboidratos complexos, apresentam baixos teores de gordura e calorias e, em geral não possuem sódio ou colesterol. Encaixam-se, assim, na tendência atual de uma dieta mais saudável em que se recomenda o consumo de alimentos ricos em carboidratos complexos e fibras e com baixos teores de gordura. Por isso as massas alimentícias, tal como os pães e os próprios grãos de cereais, são indicados como a base da dieta moderna reduzindo o consumo de gordura, açúcares e derivados de origem animal. Se forem enriquecidas com vitaminas e minerais podem ser utilizadas como um dos meios mais baratos para melhorar a dieta nos países desenvolvidos, além de poderem minimizar a fome nos países mais pobres (GUERREIRO, 2006).

A designação "macarrão" é popularmente utilizada, inclusive nas embalagens, como sinônimo de "massa alimentícia". Segundo ANVISA (2005), a massa alimentícia obtida a partir da substituição parcial da farinha de trigo deve receber, na denominação, a expressão “mista”, legislação que também determina a composição e a classificação para esses produtos.

2.2 – Classificação das massas alimentícias

Segundo a ANVISA (2005) as massas alimentícias podem ser classificadas em relação à sua composição e ao teor de água.

2.2.1 - Quanto à composição

- Massa alimentícia integral ou macarrão integral, é o produto obtido a partir de farinha de trigo integral e/ou farinha integral de trigo *durum* ou a partir da mistura de farinha de trigo integral e/ou farinha integral de trigo *durum* e/ou farelo de trigo e/ou farelo de

trigo *durum* com farinha de trigo comum e/ou sêmola/semolina de trigo e/ou farinha de trigo *durum* e/ou, ainda sêmola/semolina de trigo *durum*.

- Massa alimentícia mista ou macarrão misto: deve atender à legislação específica sobre substituição parcial de farinha de trigo em massas alimentícias. Não estão incluídos, neste item, os produtos que utilizam derivados de cereais, leguminosas, raízes e/ou tubérculos como veículos de aditivos e/ou coadjuvantes de tecnologia de fabricação.
- Massa alimentícia recheada ou com molho: é o produto contendo recheio e/ou molho e/ou cobertura preparado com diferentes ingredientes.
- Massa alimentícia de vegetais: é o produto obtido exclusivamente de derivados de leguminosas, raízes, tubérculos e/ou cereais, excetuando-se o trigo.

2.2.2 - Quanto ao teor de água

Massa alimentícia seca: é o produto que, durante a elaboração, é submetido a processo de secagem, de forma que o produto final apresente umidade máxima de 13,0% (g/100g).

Massa alimentícia úmida ou fresca: é o produto que pode ou não ser submetido a um processo de secagem parcial, de maneira que o produto final apresente umidade máxima de 35,0% (g/100g).

Massa alimentícia instantânea ou pré-cozida desidratada por fritura: é o produto submetido a processo de cozimento ou não e de secagem por fritura, de forma que o produto final apresente umidade máxima de 10,0% (g/100g).

Massa alimentícia instantânea ou pré-cozida desidratada por ar quente ou outros meios: é o produto submetido a processo de cozimento e de secagem por ar quente ou outros meios (exceto o de fritura) de forma que o produto final apresente umidade máxima de 14,5% (g/100g).

2.3 - Farinha mista

Na década de 60 a utilização de farinhas mistas tinha, como objetivo, a substituição parcial da farinha de trigo para redução das importações desse cereal. Depois, as pesquisas com farinhas mistas foram direcionadas para a melhoria da qualidade nutricional de produtos alimentícios e visando suprir a necessidade dos consumidores por produtos diversificados (TIBÚRCIO, 2000).

Na elaboração de massas com farinhas mistas certos critérios devem ser considerados em relação aos produtos finais, como sabor agradável, baixo custo, facilidade no preparo, valor nutricional e capacidade de ser estocado por período razoável de tempo, sem se deteriorar.

As massas provenientes de farinhas mistas devem ser similares às massas elaboradas com trigo puro, principalmente no que se refere à aparência e à qualidade de cozimento. A tecnologia empregada na fabricação de massas com essas farinhas não deve ser muito diferente da tecnologia usual. Os equipamentos necessários são, basicamente, os mesmos, para a produção de massas comuns (BARBOSA, 2002).

No entanto, a substituição de farinha de trigo por outros grãos pode provocar mudanças no comportamento estrutural da massa, porém o percentual de substituição está diretamente relacionado com as mudanças que podem ocorrer, como a diluição da proteína formadora de glúten presente na farinha de trigo.

Além disto, outros fatores devem ser considerados na utilização de farinhas mistas para produção de alimentos, sendo de suma importância os efeitos provocados pela substituição, na cor, sabor e textura (BARBOSA, 2002).

Atualmente, o estudo sobre a aplicação de farinhas mistas é abrangente versando sobre a utilização da casca de banana verde (OVANDO et al., 2009), do pó da folha de abóbora (PIEKARSKI, 2009), farinha de soja (BARBOSA, 2002), de milho pré-gelatinizada (GARIB, 2002) dentre outros, em substituição parcial a farinha de trigo. Segundo Café et al. (2003) a prática de enriquecimento de farinhas e outros alimentos básicos é adotada em vários países, desde a metade do século XX.

Casagrandi et al. (1999) produziram macarrões com quatro formulações, sendo uma padrão, à base de farinha de trigo e outras três adicionadas de 5%, 10% e 15% de farinha de feijão-guandu, observaram, em termos de qualidade e aceitação que, a adição de farinha de feijão ao macarrão foi indesejável, mas, em termos nutricionais o macarrão com a adição de 5% de feijão-guandu poderia ser fabricado.

Silveira et al. (2000) avaliaram, do ponto de vista nutricional, uma massa alimentícia seca, do tipo curta, produzida em escala laboratorial, em que o plasma bovino substituiu o ovo comercial nas formulações e constataram que essa substituição proporcionou a obtenção de uma massa alimentícia de maior teor proteico.

Perez e Germani (2004) prepararam farinha mista de trigo e berinjela nas proporções de 90% e 10%, 85% e 15%, 80% e 20%, respectivamente. Os resultados mostraram que o

aumento da concentração de farinha de berinjela nas misturas com farinha de trigo promoveu incremento significativo nos teores de proteína bruta, sais minerais e fibra alimentar total da farinha mista.

Helm et al. (2005) desenvolveram formulações de macarrão tipo talharim com farinha de trigo suplementada com farinha de pinhão, nas concentrações de 25% de farinha de pinhão e 75% de farinha de trigo e outra com 37,5% de farinha de pinhão e 62,5% de farinha de trigo. Esses autores observaram que os produtos finais apresentaram alterações organolépticas mínimas e com acréscimo considerável de proteína em relação ao macarrão controle, sem a adição de farinha de pinhão.

Oliveira (2004) realizou, com o objetivo de obter uma massa de trigo e soja pré-cozida com qualidade de cozimento desejável e características sensoriais agradáveis estudos de fabricação de farinhas mistas cruas de trigo e soja (10 a 40% soja) em diferentes níveis de umidade e diferentes temperaturas. Desta forma, a massa pré-cozida com 20% de soja, obtida por extrusão no nível de 29% de umidade e na temperatura de 90°C, apresentou 4,15% de perdas em 5 min de cozimento, 110,29 g/100g de aumento de peso e 233,33 cm³/100g de aumento de volume, com melhores características sensoriais (aparência, textura e sabor) e sendo preferida pela equipe de provadores.

Hilbig et al. (2007) prepararam macarrões tipo massa fresca, com duas formulações diferentes e utilizaram a água de cada formulação proveniente do cozimento de tomates, espinafres, cenouras, beterrabas e abóboras. Após desidratação, verificaram que a adição de farinha de trigo integral e a água das hortaliças ocasionaram enriquecimento nutricional das massas, além de conferirem cores características atrativas, do ponto de vista sensorial.

Rocha et al. (2009) elaboraram formulações de macarrões tipo talharim convencional com e sem a adição de ora-pro-nóbis desidratado em diferentes proporções e constaram que, além da boa aceitação, a massa de macarrão tipo talharim adicionada de ora-pro-nóbis apresentou maiores e melhores teores de proteínas, fibras e cinzas que a massa de macarrão convencional em função da adição de 2,0% dessa hortaliça desidratada.

Spanholi e Oliveira (2009) elaboraram macarrões com três formulações, sendo uma com 100% de farinha de trigo e as demais cada uma, adicionada de 10% e 20% de farinha de albedo de maracujá, os resultados mostraram que o tempo de cocção das amostras padrão e com 10% da farinha de albedo de maracujá foi igual e, com relação ao sabor, não diferiram estatisticamente, sendo viável a elaboração desse tipo de massa.

Maluf et al. (2010) produziram massa fresca de macarrão tipo talharim fino com a incorporação de carne de peixe defumado triturado e encontraram, como resultado, um produto com alto valor proteico, em torno de 15,21%.

2.4 – Matérias-primas utilizadas na fabricação de massas alimentícias

2.4.1- Farinha de trigo

Os cereais são utilizados na alimentação humana há muito tempo, constituindo-se na principal fonte de energia do corpo humano, na forma de carboidratos e açúcares. O trigo é considerado, sobretudo, uma fonte de carboidratos, visto que 90% da sua composição são constituídos dessas substâncias, além disso, ainda estão presentes as principais vitaminas do complexo B como a vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), B6 (piridoxina), a B7 ou B8 (biotina) e a B9 (ácido fólico) (DEWETTINCK et al., 2008).

O trigo é uma gramínea do gênero *Triticum* cultivada em todo o mundo, destacando-se como a segunda maior cultura de cereais, após o milho. Originária do Oriente Médio, a cultura tem ciclo anual e seus cultivares são classificados segundo a estação do ano em que crescem (trigo de inverno ou trigo de primavera) e pelo conteúdo de glúten (trigo duro, com elevado conteúdo de glúten, ou trigo macio, com elevado conteúdo de amido).

A cultura contém algo, como 30 tipos geneticamente diferenciados, entre os quais apenas três são produzidos comercialmente (ABITRIGO, 2012):

- *Triticum aestivum* responsável por mais de quatro quintos da produção mundial razão por que é chamado trigo comum. É o tipo adequado à panificação;
- *Triticum durum* utilizado na produção de macarrão e outras massas;
- *Triticum compactum* trigo de baixo teor de glúten, produzido em pequena proporção, utilizado para fabricar biscoitos suaves.

O trigo é a matéria-prima base para elaboração de pães, cereais e massas, por ser o cereal mais comumente transformado em farinha (VACLAVIK e CHRISTIAN, 2008).

Dentre as farinhas dos diferentes cereais apenas a do trigo tem a capacidade de formar uma massa viscoelástica e as proteínas formadoras do glúten são as principais responsáveis por esta característica (TEDRUS et al., 2001).

A farinha de trigo é obtida através do processo de moagem dos grãos. Durante a moagem o grão de trigo é separado em frações, processo que pode ser dividido em duas etapas (LIJUAN et al., 2006):

- a primeira etapa promove a separação do farelo e do gérmen do endosperma amiláceo;
- a segunda etapa promove a moagem do endosperma reduzindo o tamanho das partículas endosperma amiláceo ao tamanho de partículas característico da farinha de trigo, em que 95% devem passar por peneira com aberturas de 250 μ m.

A Figura 2.1 apresenta, de uma forma generalizada, as etapas do processo de moagem dos grãos de trigo.



Figura 2.1 - Etapas da produção de farinha de trigo (adaptado de EL-DASH; CAMARGO; DIAZ, 1982)

A fração extraída na moagem contendo o endosperma, rica em amido, dá origem à farinha de trigo clara ou branca, a outra fração, composta pelo farelo e o gérmen, contém boa parte dos minerais e fibras do grão de trigo.

Segundo Mariusso (2008) as características requeridas para uma farinha de trigo de boa qualidade são: umidade abaixo de 14%, teor de proteínas de 11 a 14%, glúten forte (elástico e pouco extensível), baixo teor de cinzas, baixa atividade de α -amilase, assim como livre de partículas de germe e farelo e com granulometria uniforme (ausência de finos).

Comercialmente, os tipos de trigo mais utilizados são: o *T. aestivum* L.; maior produção mundial, adequado para a panificação, o *T. durum*; utilizado na produção de macarrão e outras massas, o *T. compactum* e menor teor de glúten, utilizado na fabricação de biscoitos (ATWELL, 2001).

Farinha de boa qualidade para a fabricação de massas é aquela obtida de uma variedade de trigo com maior quantidade e melhor qualidade de proteína, conhecida como *Triticum durum*. Essa farinha é conhecida como sêmola ou semolina, dependendo de sua granulometria (EL-DASH e GERMANI, 1994).

A diferença do trigo *durum* em relação a outras variedades é que este tem um conteúdo maior de cinzas e de pigmentos carotenoides. Seu endosperma duro e translúcido o torna ideal para a produção de massas (ATWELL, 2001).

No Brasil, a semolina de trigo *T. durum* ainda é pouco empregada para a produção de massas. Os fatores que limitam a produção deste trigo no Brasil são: ocorrência de níveis tóxicos de alumínio no solo e fatores climáticos (umidade relativa do ar excessiva nos meses de plantio, ocorrência de geadas durante o período de espigamento e de chuvas e granizo durante a colheita). Para a produção de massas alimentícias no Brasil utiliza-se, como matéria-prima a farinha de trigo *T. aestivum*, com características adequadas à panificação (ABITRIGO, 2012).

2.4.2 - Farelo de trigo

O farelo é, basicamente, a casca do grão de trigo separado pelo processo de moagem. É o principal e mais abundante subproduto da moenda de grãos e consiste em um recurso alimentar renovável e pouco explorado (YUAN et al., 2008).

De acordo com Cho et al. (2004) o farelo de trigo representa uma fonte concentrada de fibra alimentar. O farelo consiste nas camadas externas dos grãos de trigo e pode ser separado do gérmen durante o processo de moagem. Em geral, o farelo de trigo comercial contém uma fração do embrião do trigo e uma pequena quantidade de endosperma visto que é difícil de realizar uma separação limpa, ou seja, com 100 % de eficiência. O farelo representa em torno de 12 a 15% do grão de trigo e é composto de cerca de 45 a 50% de fibra alimentar, sendo aproximadamente 95% insolúvel.

Nutricionalmente, o farelo tem um conteúdo proteico similar ao do trigo. Possui um conteúdo maior de cinzas e lipídeos além de ser rico em vitaminas do grupo B e de minerais, tendo grande importância como fonte de fibras contribuindo com cerca de 78% da fibra contida no grão (em base seca), as quais atuam diretamente na melhoria da função intestinal e no alívio dos sintomas de constipação.

Segundo Sant' Ana et al. (2000) os principais constituintes do farelo de trigo em 100g do grão em base seca são: proteínas (14,48), lipídios (4,26), cinzas (6,81), umidade (9,00) e fibras (45,24) conforme Tabela 2.2:

Tabela 2.2 - Composição físico-química do farelo de trigo

ANÁLISES (g/100g)	CONTEÚDO (%)
Teor de água	9,00
Cinzas	6,81
Proteínas	14,48
Lipídios	4,26
Fibra alimentar	45,24

Fonte: Sant'Ana et al. (2000)

2.4.3 – Aditivos

Os aditivos atuam corrigindo ou neutralizando deficiências da farinha de trigo, o que facilita a padronização da qualidade dos produtos finais. Também podem alterar o comportamento reológico das massas, melhorando características de extensibilidade e elasticidade das massas. Outra função importante é o prolongamento da vida de prateleira, o que reduz as perdas do fabricante por retorno de produto. Ainda proporcionam maior segurança contra falhas no processo como, por exemplo, períodos prolongados de amassamento mecânico (PAVANELLI, 2000).

A utilização de aditivos à massa alimentícia pode ser implementada como forma de melhorar os atributos nutricionais e tecnológicos desses produtos, auxiliando na boa qualidade pois alguns reagem com as proteínas tornando sua reticulação mais fácil enquanto outros reagem no amido e, conseqüentemente, se evita a pegajosidade da massa durante o cozimento.

No mercado é possível encontrar massas adicionadas de legumes (beterraba, espinafre, cenoura) que, além de colorirem naturalmente a massa, agregam ainda diversos nutrientes à mesma. O enriquecimento da massa alimentícia com minerais também vem sendo empregado, inclusive em massas pré-cozidas voltadas para o público infantil (SADEGHI; BHAGYA, 2008).

Há diversos tipos de aditivo utilizados na produção de massas alimentícias, dentre os quais estão os corantes, conservantes e emulsificantes.

2.4.3.1 – Corantes

É permitido o uso de corantes naturais ou idênticos aos naturais em massas alimentícias sem ovos, na quantidade necessária para se obter o efeito desejado. Beta-caroteno é um produto bastante caro e deve ser usado quando o objetivo primordial é o aumento do valor nutritivo da massa, pois apresenta atividade vitamínica (pró-vitamina A). A quantidade utilizada na massa deve representar 60% da quota diária recomendada para adultos (no caso da vitamina A, 5000 U.I.) na porção média diária ingerida, indicando no rótulo que a massa é vitaminada (GUERREIRO, 2006).

Quando a finalidade é apenas a obtenção de cor, pode-se utilizar outros corantes naturais (por exemplo, urucum) existentes no mercado, em diferentes formas, concentrações e até em misturas e que apresentam preço bastante inferior ao beta-caroteno, como também, vegetais desidratados em pó (espinafre, beterraba ou cenoura) ou extratos desses vegetais obtidos após o cozimento e trituração.

2.4.3.2. – Conservantes

Esses aditivos são utilizados para proteger as massas frescas da ação de fungos (mofo) durante a comercialização. A legislação em vigor permite o uso dos ácidos sórbico e propiônico, bem como seus sais, como agentes conservadores em massas frescas.

O ácido sórbico e seus sais são agentes fungistáticos que inibem o desenvolvimento de mofos e de leveduras; por agirem melhor em pH ácido (menor ou igual a 6,0), são preferidos nas massas recheadas e pizzas cobertas com molho. Neste último caso o conservante deve ser aplicado na superfície do produto pronto pois, se aplicado na massa ela não conseguirá fermentar nem crescer (GUERREIRO, 2006).

O ácido propiônico e seus sais são fungicidas, eliminam os fungos mas não as leveduras (por isso podem ser utilizados também em massas fermentadas, como as de pizza e pão), sendo geralmente adicionados durante a preparação da massa.

2.4.3.3. – Emulsificantes

Os emulsificantes são aditivos importantes utilizados no preparo de massas alimentícias, atuando na redução da perda de sólidos na água de cozimento e na melhoria da

textura (adesividade e firmeza). Além disto, aumentam a uniformidade, a espessura, o brilho e a dureza das massas. A utilização de emulsificantes também proporciona melhor controle do processo devido à propriedade de lubrificação dos produtos amiláceos extrusados, que facilita a passagem da massa através da matriz (GUERREIRO, 2006).

Os principais emulsificantes utilizados na indústria de alimentos são os monoglicerídeos e os ésteres de ácidos lácticos, os quais são selecionados de acordo com suas propriedades. Os monoglicerídeos, mais comumente empregados, pertencem à categoria dos produtos geralmente reconhecidos como seguros (GRAS). A legislação brasileira limita a concentração em 0,5 / 100g de farinha para massas alimentícias (GUERREIRO, 2006).

2.4.3.4. – Estabilizantes

Os estabilizantes mantêm as propriedades físicas dos alimentos e mantendo a homogeneidade dos produtos, impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula. Frequentemente são mono e diglicerídeos, produzidos a partir de óleos vegetais, como a lecitina de soja (GUERREIRO, 2006).

Os estabilizantes possuem muitas funções nos alimentos. São substâncias que também facilitam a dissolução, aumentam a viscosidade dos ingredientes, ajudam a evitar a formação de cristais que afetariam a textura (melhorando a mesma) e mantêm a aparência homogênea do produto. A grande maioria é formada por polissacarídeos ou, ainda, por proteínas (GUERREIRO, 2006).

2.4.4 – Água

É um ingrediente imprescindível na formação da massa. Ela hidrata as proteínas da farinha de trigo, tornando possível a formação da rede de glúten.

A água é um ingrediente diluente que interfere diretamente nas características do produto final. A água deve ser potável ou mineral com dureza média, pH neutro ou ligeiramente ácido (CANELLA-RAWLS, 2005). A água tem importância na formação da massa, pois controla a consistência e dissolve os ingredientes.

Para a fabricação de massas é necessário que se utilize água potável e, se possível, com baixo teor de sais minerais, os quais interagem com o glúten influenciando a textura da

massa. Os componentes da água para processamento de massas alimentícias não devem ultrapassar os limites apresentados na Tabela 2.3 (GUERREIRO, 2006):

Tabela 2.3 - Componentes da água para processamento de massas alimentícias

Componente	mg/L (máximo)
Carbonato	180 - 220
Sulfato	70 - 90
Silicato	25 - 30
Nitrato ou nitrito	5 - 10
Cloreto	5 - 10
Matéria orgânica	10 - 40
Resíduo sólido	400 - 500

Fonte: Manual para Produção de Massas Fresca EMBRAPA / CTAA (2006).

A temperatura da água durante a mistura é outro fator importante na confecção de massas alimentícias. No processo descontínuo recomendam-se temperaturas de 40° a 60°C, a qual propicia não só uma massa mais macia e fácil de extrusar mas também realça a cor amarela. A água atua, ainda, como solvente e plastificante e permite que, durante o processo de cozimento do macarrão, ocorra o fenômeno de gelatinização do amido.

Para se obter uma massa com boa consistência o volume de água necessário depende da variedade do trigo, do teor de proteína da farinha, da umidade inicial e da sua granulometria, e também dos ingredientes utilizados, devendo ser ajustado segundo as conveniências; em geral, está em torno de 25-30%, devendo ser adicionada aos poucos.

A quantidade de água absorvida pela farinha vai depender de diversos fatores como: da granulometria, do conteúdo proteico e da umidade da farinha; do grau higrométrico do ambiente e do grau de consistência que se quer dar à massa (CANELLA-RAWLS, 2005).

2.5 - Processamento de massas alimentícias

Basicamente, o processo de produção de massas alimentícias consiste na mistura, no amassamento e na extrusão de uma dispersão de água e farinha (CIACCO e YOON, 1982).

O processo de obtenção de macarrão pode ser contínuo ou descontínuo, e a produção de massas alimentícias inclui as seguintes etapas: preparação da matéria-prima, mistura, extrusão, seccionamento, secagem, empacotamento e armazenamento.

2.6 - Preparação da matéria-prima

É uma norma generalizada proceder à limpeza das farinhas antes da elaboração do produto. Tal medida é sugerida não só por razões higiénicas, mas também de ordem técnica, não obstante os cuidados que se deve ter nos moinhos, antes do processamento da moagem do trigo. O material farináceo ainda pode conter fiapos ou fibras provenientes de sacos, ou outros materiais estranhos à farinha. É perfeitamente compreensível que a presença de tais materiais estranhos possa provocar defeitos de fabricação nas massas alimentícias, tanto de ordem técnica como de ordem higiénica. Por isso, a operação de repasse do material farináceo deve ser uma norma obrigatória em todas as indústrias de massas alimentícias. Esta operação é efetuada normalmente por meio de um vibrador provido de tela metálica, que permite a passagem do material farináceo enquanto as impurezas e outros materiais estranhos são retidos na superfície da peneira (LEITÃO, 1990).

2.6.1 - Mistura

As principais funções da mistura são a homogeneização e hidratação dos ingredientes a formação de emulsões de lipídios, proteínas e água, que vão permitir o desenvolvimento da proteína para a formação do glúten.

O tempo ótimo de mistura da massa depende da farinha e do método. Mistura demasiadamente longa produz uma massa muito extensível com elasticidade reduzida e pouco tempo ocasiona uma mistura heterogênea dos ingredientes, que irá interferir diretamente no crescimento da massa (BAKE INFO, 2004).

A temperatura da água na etapa da mistura influencia a qualidade da massa e a eficiência do processo. Se a temperatura for ligeiramente mais alta que a ambiente o tempo necessário para a mistura será diminuído (PIEKARSKI, 2009). O ideal é que a massa produzida atinja a temperatura de 26-28°C ao final da etapa de mistura, que é controlada com o uso da água a baixa temperatura (MARTINS, 2006).

2.6.2 - Extrusão e seccionamento

Na extrusão a massa é forçada por uma rosca sem fim, a passar pela trefila e esta dá à massa a forma desejada. Durante o processo certa quantidade de calor é gerada; portanto, em

alguns equipamentos o canhão do extrusor possui uma camisa por onde circula água fria, mantendo a temperatura da massa em torno de 50 °C.

O seccionamento compreende a operação de corte e distribuição das massas alimentícias sobre dispositivos adequados para secagem. O corte das massas longas é feito manualmente após a moldagem em peças de aproximadamente 15 a 20 cm de comprimento e as quais são aparadas antes da secagem. Para o corte de massas curtas divisores especiais são acoplados às trefilas. O corte é feito por lâminas que giram com velocidades variáveis, dependendo do tamanho da massa desejada na superfície da trefila.

Em geral, as massas longas são penduradas e distribuídas uniformemente em barras horizontais e as massas curtas são colocadas em bandejas para serem transportadas para o secador (PIZINATTO et al., 1993).

2.6.3 - Secagem

Esta etapa é bastante crítica e tem, como objetivo, reduzir o teor de umidade de 31% para 12% ou 13%. Para as massas secas este teor de umidade final garante a dureza, a permanência da forma do macarrão e a estocagem sem deterioração microbiana. Durante o processo de secagem a temperatura, a umidade relativa e a velocidade do ar, devem ser controladas. A secagem muito rápida leva a rupturas e outros defeitos no macarrão que comprometem sua qualidade e, por outro lado, a secagem muito lenta acarreta alterações microbiológicas e bioquímicas, danificando o produto (BARBOSA, 2002).

As condições de secagem variam para os diferentes tipos de massas alimentícias. Geralmente, as massas longas são de mais difícil manuseio e requerem tempo de secagem maior que os produtos curtos (MARIUSSO, 2008).

Segundo Leitão et al. (1990) a qualidade da massa depende das características de suas matérias-primas e das condições de secagem sendo a etapa de secagem a que exige maior controle durante o processo de fabricação uma vez que pode afetar a preservação e a qualidade do processo.

2.6.5 - Embalagem e armazenamento

As massas alimentícias são, em geral, embaladas em pacotes ou caixas de celofane, polietileno e cartolina entre outros. As embalagens para os pacotes e as caixas podem ser pré-fabricadas ou formadas na própria máquina empacotadora.

A embalagem, além dos aspectos de apresentação do produto, marca e informação ao consumidor tem ainda, como objetivos:

- manter a estabilidade do produto, protegendo-o contra os agentes ambientais (como luz, oxigênio, vapor d'água e odores estranhos) evitando a recontaminação microbiana e inibindo ou retardando o crescimento de micro-organismos;
- evitar a perda de umidade que ocorre em ambientes refrigerados;
- oferecer proteção mecânica ao produto de forma que o mesmo chegue íntegro ao consumidor.

Recentemente, novos conceitos de embalagem têm sido desenvolvidos para atender aos consumidores. Sabe-se que seu sucesso está relacionado, também, à facilidade de uso e conveniência para os consumidores, além da habilidade de informar as características do produto.

As embalagens devem ser de fácil manuseio, atraentes e adaptadas ao produto embalado. Em geral, as massas alimentícias são embaladas em pacotes de 250, 500 e 1000 g.

As massas alimentícias podem ser conservadas por longo tempo quando armazenadas em condições propícias. Devido às suas características higroscópicas, os produtos com aproximadamente 12% de umidade devem ser mantidos em depósitos com umidade relativa ao redor de 65% (CIACCO e YOON, 1982).

2.7 - Cinética de secagem

A qualidade da massa alimentícia produzida está diretamente ligada ao processo de secagem; portanto, há uma sequência de tempo de exposição a determinada temperatura e umidade relativa. A qualidade é consequência de uma escolha e controle adequados do processo. O processo de secagem evoluiu ao longo do tempo passando do emprego de temperaturas, na faixa de 40 a 55°C, para valores mais elevados, na faixa de 85 a 90°C (LUCATTO, 2009).

O macarrão é um bio-material. Segundo Kudra e Strumillo (1998), qualquer bio-material pode ser visto como uma estrutura sólida preenchida com certa quantidade de água, independente da origem do material e de sua umidade inicial/final.

A secagem é uma operação unitária bastante utilizada nos processos industriais e, embora seja grande o interesse em sua compreensão, ela ainda é uma das operações menos entendidas em função da complexidade dos fenômenos envolvidos na transferência

simultânea de calor, massa e quantidade de movimento no sólido, durante o processo (KINGSLEY et al., 2007).

Nos processos de secagem a água se movimenta de zonas de alta umidade para zonas de baixa umidade, significando que a parte externa do material está mais seca que seu interior.

A secagem que é a retirada da umidade do bio-material depende das condições do ar do ambiente no qual o material está imerso. Então, o estudo do processo de secagem envolve o estudo das propriedades do ar úmido (LUCATTO, 2009).

Segundo Lucatto (2009), no processo de secagem pode-se distinguir alguns valores característicos de conteúdo de umidade do material:

- Umidade inicial X_0 - é a umidade do material no início do processo de secagem;
- Umidade de equilíbrio X_e - é a umidade em equilíbrio com o vapor de água contido no ar de secagem. Esta é a umidade mínima teórica que pode ser obtida no processo de secagem;
- Umidade higroscópica máxima $X_{máx}$ - é a máxima umidade de equilíbrio quando o ar de secagem está saturado.

No processo de secagem mais importante que o estudo da dinâmica de secagem (que caracteriza os perfis de temperatura e umidade através do material) é o conhecimento da cinética de secagem do material, que descreve as variações da umidade e da temperatura médias com o tempo.

A cinética de secagem é tipicamente mostrada em um diagrama da umidade média em função do tempo, como ilustrado na Figura 2.2:

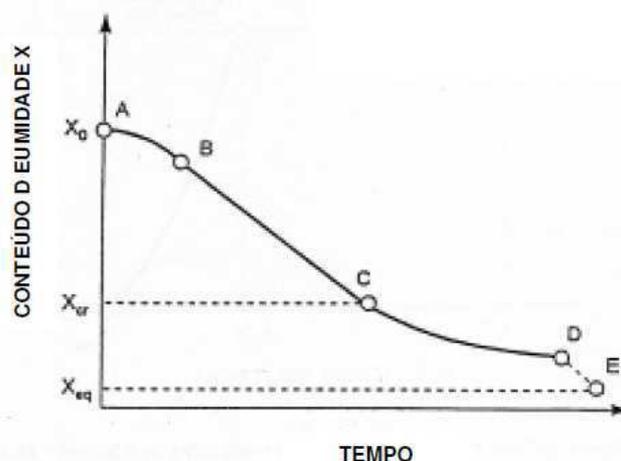


Figura 2.2 - Curva típica de secagem (KUDRA e STRUMILLO, 1998)

O trecho AC da curva representa a fase de secagem controlada pelas condições externas. O percurso inicial AB, com velocidade de secagem crescente, representa o espaço de tempo necessário para elevação da temperatura do material de uma temperatura inicial T_0 à temperatura de bulbo úmido do ar de secagem T_{bu} . No trecho BC o material já atingiu a temperatura de bulbo úmido do ar de secagem e nela permanece devido ao processo de evaporação adiabático, até o fim da fase que se dá quando toda a umidade não ligada tiver sido retirada. Neste trecho a velocidade de secagem é constante. No trecho CD o processo de secagem é controlado pelas condições internas. A temperatura do material, inicialmente igual à de bulbo úmido do ar de secagem, vai gradualmente, à medida em que o material perde água, subindo até próximo da temperatura de bulbo seco, tão mais próximo quanto maior for o tempo de exposição àquelas condições. A velocidade de secagem vai decrescendo sempre que o teor de água do material se aproxima da umidade de equilíbrio (LUCATTO, 2009).

2.7.1 - Modelos empíricos aplicados às curvas de secagem

Em geral, os modelos empíricos são uma expressão da lei de resfriamento de Newton, aplicada à transferência de massa durante a secagem e assumindo que as condições sejam isotérmicas e que a transferência de umidade se restrinja à superfície do produto.

Dentre os modelos empíricos se destacam os modelos exponenciais. Todos os modelos da curva de secagem utilizam o número adimensional de secagem (Y) como variável dependente, que está em função do tempo de secagem. As equações são utilizadas na forma integrada e são expressas conforme a Tabela 2.4:

Tabela 2.4 - Modelos matemáticos aplicados às curvas de secagem

Modelos	Equação
Page	$RU = \exp(-Kt^n)$
Henderson & Pabis	$RU = a^* \exp(-Kt^n)$
Midilli	$RU = a \exp(-Kt^n) + bt$

RU – razão de umidade (b.s.); t – tempo (min); a, K e n- parâmetros dos modelos

2.7.2 - Efeitos da temperatura de secagem nas massas alimentícias

A etapa de secagem na fabricação de massas alimentícias é considerada crucial, tanto do ponto de vista de qualidade como do econômico (CIACCO e YOON, 1982). O desvio do

regime no processo de secagem das condições ótimas pode prejudicar os resultados da operação. A secagem muito rápida pode provocar tensões no produto, causando fissuras, rupturas e outros defeitos físicos que comprometam sua qualidade. Por outro lado, a secagem lenta pode causar aceleração dos processos microbiológicos e bioquímicos que podem não só elevar a acidez do produto mas também danificá-lo por completo (CIACCO e YOON, 1982). Além disto, uma secagem lenta implica em menor rendimento do produto acabado.

Na indústria de massas alimentícias a expressão "secagem a alta temperatura" é aplicada quando se utiliza temperatura de bulbo seco na faixa de 60 a 90°C enquanto o processo convencional utiliza temperaturas na faixa de 40 a 55°C. As vantagens desta tecnologia são: redução de espaço e do tempo de processo com consequentes vantagens econômicas, além do melhor controle microbiológico durante a etapa de secagem.

O objetivo da secagem em massas alimentícias é reduzir o teor de água para cerca de 12,5%, tornando o produto mais estável durante o armazenamento (CIACCO e YOON, 1986). O teor de umidade da massa emergindo da trefila é de 29 a 31%.

Para Pagani et al. (1986) uma correta secagem a alta temperatura permite ainda obter uma massa de melhor consistência e resistência ao cozimento quando comparada com os produtos secados em baixa temperatura.

Quanto à cor das massas alimentícias, Leonhardt (1996) cita que esta é positivamente influenciada pelas elevadas temperaturas de secagem. O escurecimento das massas ocorre devido à ação das polifenol oxidases e das peroxidases. Quando se empregam altas temperaturas no processo de produção a atividade dessas enzimas diminui sensivelmente.

Já para Pavan (1980) a aplicação da alta temperatura na fase inicial do processo apresenta diversas vantagens, como a interrupção ou redução da atividade enzimática no início do processo de secagem, conferindo melhor cor ao produto.

Segundo Teba (2009) ao produzir massa alimentícia pelo processo convencional na temperatura de 50°C, as massas alimentícias apresentaram melhores resultados nos testes de qualidade, como: resistência ao cozimento, menores perdas de sólidos solúveis na água de cozimento e baixa acidez alcoólica.

Para Barbosa (2002) a secagem convencional a 40°C acarreta alterações microbiológicas e bioquímicas danificando o produto enquanto a altas temperaturas leva a rupturas e outros defeitos no macarrão o que compromete sua qualidade.

3 – Material e métodos

Os experimentos foram realizados no LAPPA – Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, pertencente à Universidade Federal de Campina Grande e no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, pertencente à Universidade Federal da Paraíba.

3.1 - Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas para compor as formulações das massas alimentícias foram: farelo de trigo integral (Farinor, Natal, RN), estabilizante Citrosen[®] (Farinor, Natal-RN) e farinha de trigo especial (Farinor, Natal, RN).

Esses ingredientes foram armazenados em embalagens plásticas com tampa, em ambiente seco e com pouca luminosidade, até o momento das análises ou de sua utilização no preparo das massas alimentícias.

3.2 - Metodologia

3.2.1 - Análises físico-químicas da matéria-prima

Nas matérias-primas foram realizadas as seguintes análises: cinzas, teor de água, proteínas, amido e glúten seco, de acordo com as técnicas descritas pelo método do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

3.2.1.1 - Cinzas

As cinzas foram obtidas por incineração da amostra em mufla (Quimis Aparelhos Científicos, modelo Q.318) a 550°C, até peso constante.

3.2.1.2 – Teor de água

A determinação do teor de água seguiu o método de secagem em estufa (Soc. Fabbe Ltda, modelo 119) a 105 °C, por 24 horas.

3.2.1.3 - Proteínas

O teor de proteína das amostras foi determinado utilizando-se o método Kjeldahl, e o fator 6,25 para conversão do teor de nitrogênio em teor de proteína total.

3.2.1.4 - Amido

A determinação de amido foi feita por titulação da amostra com a solução titulante de licor de Fehling, até o aparecimento da coloração vermelho tijolo.

3.2.1.5 – Glúten seco

O teor de glúten seco foi determinado com base na insolubilidade do glúten na água; foram pesados aproximadamente 5 g da amostra; em seguida, se adicionou 10mL de solução aquosa de cloreto de sódio a 5%; após 30 minutos a amostra foi lavada com água corrente sobre um tamis de malha 100, até que a água não tivesse mais a coloração azul, ao se adicionar uma gota da solução de iodo saturada; em seguida, a massa foi transferida para um vidro de relógio, previamente aquecido em estufa a 105°C, por uma hora e resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e só então pesado.

O vidro de relógio, juntamente com a massa, foi levado para estufa a 105°C durante 5 horas; em seguida, o conjunto foi retirado da estufa e resfriado em dessecador até temperatura ambiente, e pesado. O teor de glúten foi determinado pela Equação 3.1:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{glúten seco por cento m/m} \quad (3.1)$$

Em que:

N = massa de glúten seco (g)

P = massa da amostra (g)

3.3 - Elaboração da massa alimentícia

As massas alimentícias foram elaboradas de acordo com o delineamento experimental, com formulações de 10, 15 e 20 % de farelo de trigo, 0,10%, 0,15% e 0,20% de estabilizante

Citrosen[®], completando os 100% da receita com farinha de trigo. Os ingredientes em pó são indicados nas Figuras 3.1, 3.2 e 3.3:



Figura 3.1 - Farinha de trigo



Figura 3.2 - Farelo de trigo



Figura 3.3 - Aditivo Citrosen[®]

3.4 - Planejamento experimental

Foi realizado um planejamento fatorial completo 2^3+3 pontos centrais, totalizando 11 experimentos, com três repetições no ponto central. Consideraram-se as variáveis independentes: temperatura de secagem (°C), quantidade de farelo de trigo (%) e quantidade de aditivo Citrosen[®] (%). Como variáveis dependentes tem-se; tempo de cozimento, aumento de volume, rendimento e perdas de sólidos solúveis.

Os níveis codificados e os fatores têm seus valores reais apresentados na Tabela 3.1. As faixas entre o limite inferior e o superior para cada variável, foram determinadas com base em dados da literatura.

Tabela 3.1 - Níveis das variáveis independentes estudadas no processo de produção de massas alimentícias

Variáveis	Níveis		
	-1	0	+1
Farelo de trigo	10	15	20
Aditivo	0,10	0,15	0,20
Temperatura	40	50	60

3.5 - Etapas do processamento da massa

As formulações de macarrão foram processadas em máquina multifuncional RIVAL[®] PASTA CHEF. Primeiramente, os ingredientes em pó foram pesados e misturados durante cinco minutos; prosseguindo, adicionou-se água em quantidade necessária para a boa

homogeneização e extrusão no formato de espaguete. A secagem da massa foi feita na temperatura de 40, 50 e 60°C, em secador de bandeja com circulação de ar no sentido horizontal, durante três horas, conforme ilustrado na Figura 3.4:

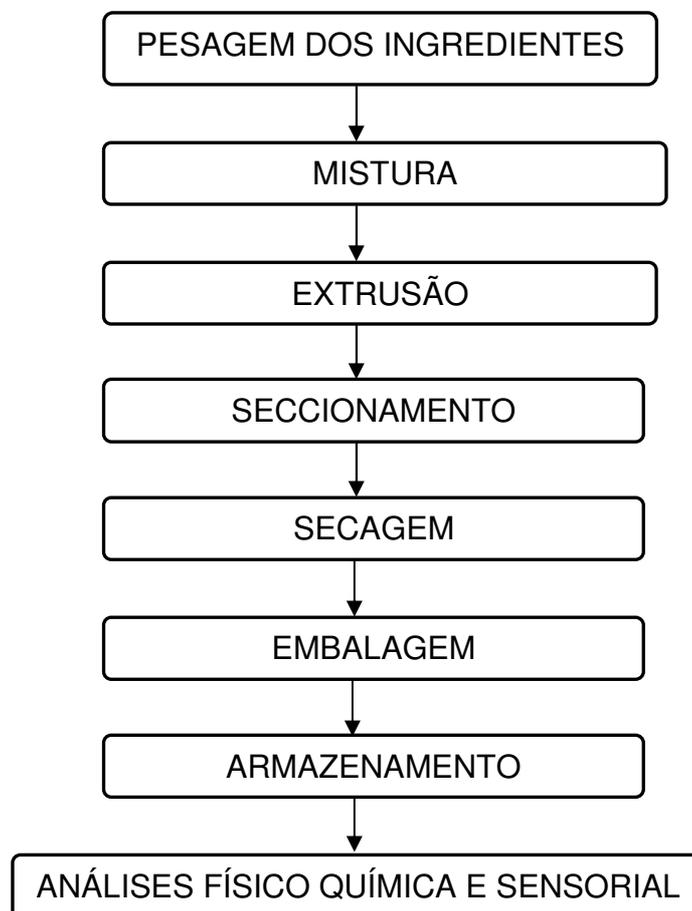


Figura 3.4 - Fluxograma do processamento do macarrão

3.5.1 - Pesagem e mistura dos ingredientes

Para cada formulação de 500g foram pesados, em balança semianalítica, a farinha de trigo especial, o farelo de trigo e o aditivo Citrosen[®], logo após, a mistura foi posta no misturador da própria extrusora e, aos poucos acrescentada à água.

3.5.2 - Extrusão e seccionamento

Após a mistura dos ingredientes faz-se a moldagem ou extrusão, cuja massa é prensada por uma trefila (Figura 3.5); em seguida é feito o corte manualmente; as massas são recepcionadas em uma bandeja para proporcionar uma ventilação e secagem superficial.



Figura 3.5 - Processo de extrusão de massas alimentícias

3.5.3 - Secagem

A secagem foi realizada em bandejas de alumínio de 15 x 25 cm, durante 3 horas, nas temperaturas de 40, 50 e 60°C, conforme ilustrado na Figura 3.6.



Figura 3.6 - Secagem da massa alimentícia em bandeja

3.5.4 - Embalagem e armazenamento

A massa seca foi embalada em sacos plásticos de polietileno em quantidades de 100 g cada uma, sendo selados em seladora manual. O armazenamento foi realizado com os

produtos contendo cerca de 12% de umidade, mantidos em depósitos plásticos, protegendo-os da umidade e do calor excessivo, conforme ilustrado na Figura 3.7:



Figura 3.7 - Embalagem e armazenamento da massa alimentícia.

3.6 – Características físico-químicas das massas alimentícias

3.6.1 - Análises específicas de cozimento

Todas as análises específicas de cozimento foram realizadas de acordo com o método AACC 666-50 (2000).

3.6.1.1 - Tempo de cozimento

O teste de cozimento foi determinado mediante a colocação de 10 g do produto em 300 mL de água destilada em ebulição e a compressão das amostras do produto entre duas lâminas de vidro, em intervalos de tempo determinados.

3.6.1.2 - Rendimento

O rendimento foi determinado pela relação de aumento de peso durante o cozimento. Foram colocados 10 g do produto em 300 mL de água destilada em ebulição e cozidos durante o tempo ótimo de cozimento; em seguida, o produto foi drenado em escurridor, durante 10 minutos e pesado. A Equação 3.2 mostra que o rendimento é dado pela relação:

$$\text{Rendimento (\%)} = \left(\frac{\text{massa do produto cozido}}{\text{massa do produto cru}} \right) \times 100 \quad (3.2)$$

3.6.1.3 - Aumento de volume

O aumento de volume foi realizado medindo-se, numa proveta graduada, o volume de querosene deslocado por 10 g de produto, antes e depois do cozimento. O coeficiente de aumento de volume é dado pela Equação 3.3:

$$\text{Volume (\%)} = \left(\frac{\text{Volume do produto cozido}}{\text{Volume do produto cru}} \right) \times 100 \quad (3.3)$$

3.6.1.4 - Perda de sólidos solúveis

A perda de sólidos solúveis é dada pela percentagem de sólidos solúveis presentes na água de cozimento do macarrão; foi determinada coletando-se e se medindo numa proveta, a água de cozimento, depois escorrido o produto. Uma alíquota de 10 mL foi colocada numa placa de Petri, previamente secada em estufa e pesada. Levou-se para a estufa durante 5 horas, a 95°C, e se pesou novamente. A percentagem de perda de sólidos solúveis foi dada pela Equação 3.4:

$$\text{Perda de solúveis} \left(\frac{\%}{\text{mL}} \right) = \left(\frac{\text{Volume de água x resíduo seco}}{\text{peso do produto cru} \times 10} \right) \times 100 \quad (3.4)$$

3.7 - Cinética de secagem

A secagem foi realizada com 50 g de massa produzida, em um secador de bandeja, com circulação de ar e velocidade de 3,0 m/s, em camada fina, com controle das temperaturas de 40, 50 e 60°C com três repetições.

A massa alimentícia foi secada em bandejas de alumínio de 15 x 25 cm e foram feitas leituras de 5, 10, 15, 20, 30 e 60 minutos, em uma balança analítica, acompanhando-se a perda de massa versus tempo, até se atingir massa constante; em seguida, estas foram levadas à estufa a uma temperatura de 105 °C, por 24 h, para determinação da matéria seca. Os dados experimentais foram expressos na forma de razão do teor de água, dada pela Equação 3.5:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (3.5)$$

em que:

RX - razão do teor de água adimensional;

X - umidade absoluta, base seca, b.s.;

X_e - umidade de equilíbrio, b.s.;

X_o - teor de água, b.s.

Com os dados experimentais da secagem foram calculados os valores da razão do teor de água (Equação 3.5) e construídas as curvas de cinética de secagem. Os modelos matemáticos de Page, Midilli e Henderson e Pabis (Tabela 3.2) foram aplicados as curvas exponenciais de secagem utilizando-se o programa computacional STATISTICA versão 7.0, para estimar seus parâmetros. Para se determinar o melhor ajuste de cada equação utilizou-se o coeficiente de determinação (R²).

Tabela 3.2- Modelos matemáticos aplicados na secagem das massas alimentícias

Modelos	Equação
Midilli	$RU = a \exp(-kt^n) + bt$ (3.6)
Henderson & Pabis	$RU = a \exp(-Kt)$ (3.7)
Page	$RU = \exp(-Kt)$ (3.8)

3.8 – Análise microbiológica

A análise microbiológica teve, como objetivo, averiguar se as amostras processadas estavam livres de todos e quaisquer micro-organismos possíveis de comprometer a saúde dos provadores.

As análises microbiológicas realizadas nas amostras das massas alimentícias foram: contagem de mesófilos (UFC/g), coliformes a 35°C (NMP/g), coliformes termotolerantes (NMP/g), *Estafilococos* coagulase positiva (UFC/g), Bolores e Leveduras (UFC/g) e *Salmonella sp.* (ausência/presença).

A preparação das amostras para as análises microbiológicas foi precedida de diluições decimais (exceto para *Salmonella sp.*), em que 25 g da amostra foram homogeneizados com 225 mL do diluente (água peptonada 0,1 %) em homogeneizador, obtendo-se a diluição 10⁻¹. Diluições decimais subsequentes foram preparadas quando necessário.

3.9 - Teste de aceitação

Adotou-se para realização do teste de aceitação, o devido processo legal, em que o processo de número 20111611-058 foi submetido, analisado e deferido pelo comitê de ética em pesquisas com seres humanos (CEP), pertencente ao Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC) da Universidade Federal de Campina Grande.

Os testes de aceitação foram realizados em condições laboratoriais, no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande.

Para avaliar a aceitabilidade do macarrão foi utilizada a escala hedônica de nove pontos cujos extremos superior e inferior correspondem, respectivamente a: 9 = gostei extremamente e 1 = desgostei extremamente.

Foram servidas 9 amostras por sessão e cada amostra foi avaliada por 30 provadores constituídos de adolescentes maiores de 18 anos, de ambos os sexos, não treinados, selecionadas aleatoriamente, excluindo-se aqueles que eram alérgicos a glúten, os quais atribuíram notas às amostras durante o julgamento. O modelo da ficha resposta é apresentado no anexo 01.

3.10 - Análise estatística

Para a análise estatística dos dados físico-químicos da matéria-prima e teste de aceitação, utilizou-se o programa Assistat versão 7.6.

Ainda para o teste de aceitação foi utilizado o programa Consensor.

O processamento dos dados e a estatística das análises específicas das massas alimentícias foram realizados com auxílio do programa computacional Statistica, versão 7.0, com as variáveis independentes codificadas.

O ajuste dos dados experimentais ao modelo utilizado foi testado pela análise de variância (ANOVA) a partir do uso do teste de distribuição F a 5 % de probabilidade, segundo o qual um modelo de regressão é significativo quando o valor do teste F calculado é maior ou igual ao do teste F tabelado e, quanto maior o teste F calculado mais preditivo é o modelo (BOX e WETZ, 1973).

Os gráficos de superfície de resposta foram desenhados com auxílio do programa Statistica, versão 7.0, por meio do modelo matemático proposto nos níveis reais das variáveis,

mantendo-se a resposta em função do eixo Z, com eixos X e Y representando as variáveis independentes, ao mesmo tempo em que as demais variáveis foram mantidas constantes no ponto central (correspondente ao nível codificado 0).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Caracterização físico-química da matéria-prima

Observam-se na Tabela 4.1 os resultados das análises físico-químicas realizadas com o material em pesquisa: farinha de trigo, farelo de trigo e misturas de 10%, 15% e 20% de farelo em farinha de trigo.

Tabela 4.1- Composição físico-química de farinha de trigo, farelo de trigo e misturas.

	Cinzas (%)	Teor de água (%) b.u.	Proteínas (%)	Glúten seco(%) b.s.	Amido (%)
FaT	0,62 ^d	11,59 ^a	11,80 ^c	9,19 ^d	54,20 ^b
FT	5,23 ^a	9,53 ^b	15,50 ^a	45,60 ^a	38,61 ^e
M10%	0,72 ^d	12,00 ^a	12,01 ^b	13,93 ^c	53,24 ^c
M15%	1,20 ^c	12,20 ^a	11,55 ^d	15,15 ^c	45,99 ^d
M20%	1,35 ^b	11,90 ^a	11,70 ^c	21,21 ^b	57,07 ^a
MG	1,82 ± 1,91	11,47 ± 1,09	12,51 ± 1,68	19,82 ± 15,81	49,82 ± 7,48
CV (%)	2,03	1,77	0,11	4,66	0,03
DMS	0,15	0,81	0,06	3,69	0,07

FaT=Farinha de Trigo; FT=Farelo de Trigo; M10%=Mistura a 10%; M15%=Mistura a 15%; M20%=Mistura a 20%. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. MG - Média Geral; CV - Coeficiente de Variação; DMS - Diferença Média Significativa

Nicoletti et al. (2007) encontraram, para a farinha de trigo no desenvolvimento de macarrão nutricionalmente melhorado, cinzas de 0,64% em base seca, próximo, portanto, do valor encontrado neste trabalho, de 0,62%, já SANT'ANA et al. (2000) encontraram, para o farelo de trigo no uso em multimisturas, cinzas de 6,67% superior ao encontrado de 5,23%. O maior teor de cinzas no farelo indica que o percentual de material inorgânico é maior que o da farinha. Ainda segundo a legislação brasileira (Portaria 763/04) a farinha de trigo integral pode possuir, no máximo, entre 2 e 2,5 % de cinzas (% em b.s.), a farinha de trigo comum no máximo 1,35% e a farinha de trigo especial no máximo 0,65%. Quanto às misturas, os resultados encontrados estão dentro do esperado já que a adição do farelo nas quantidades de 10%, 15% e 20% resultou no aumento de cinzas da farinha de trigo (material em maior quantidade na mistura).

O teor de água da farinha, farelo e misturas, apresentaram valores compreendidos entre 9,53 e 12,20% em base úmida. Com exceção do teor de farelo, que obteve valor inferior

a 9,53%, esses resultados foram muito semelhantes aos encontrados por MENEGASSI et al.,(2005) ao estudar o efeito da adição de farinha de mandioca-salsa nas características de massa alimentícia, encontrado valores de teor de água que variaram de 10,30 a 11,45% e, ainda de acordo com a ANVISA (2000), estão dentro do previsto (11 a 14 %).

O teor de proteínas de 11,70%, para a farinha de trigo ficou dentro da faixa de valores obtidos por PAUCAR-MENACHO et al. (2008) e de 14,48% para o farelo de trigo encontrado por SANT'ANA et al.(2000).

Quanto ao glúten seco, o teor encontrado ficou dentro da faixa referenciada por MENEGUSSO et al. (2011) de 9 a 11%, ao avaliar os resultados de análises de farinhas de trigo de diferentes laboratórios de análises reológicas. Segundo o Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – ICTA (2012) que se refere ao uso de farinhas em massas alimentícias a quantidade de glúten seco deve ser superior a 9%, estando as matérias-primas dentro desta especificação.

Conforme a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – (TACO, 2011) a farinha de trigo e o farelo contêm cerca de 76,0% e 23,0% de amido, respectivamente, sendo os resultados encontrados diferentes do referenciado porém esses podem ser variáveis de acordo com a qualidade e o tipo de farinha de trigo.

4.2 – Resultado do planejamento experimental

Na Tabela 4.2 se encontram os valores das variáveis independentes: farelo de trigo, aditivo e temperatura de secagem, com seus respectivos níveis, assim como os valores das variáveis dependentes tempo de cozimento, rendimento, aumento de volume e perda de sólidos solúveis.

Tabela 4.2 - Resultado das análises específicas de qualidade das massas alimentícias

Ensaio (n°)	Níveis decodificados das variáveis				Variáveis respostas		
	Farelo de trigo (g)	Aditivo (g)	Temperatur a (°C)	Tempo de cozimento (min.)	Rendimento (%)	Aumento de volume (%)	Perda de sólidos solúveis (%)
1	50	0,5	40	7,0	195	225,00	7,42
2	100	0,5	40	7,4	218	212,00	7,37
3	50	1	40	7,0	198	216,00	7,10
4	100	1	40	8,0	223	208,00	7,00
5	50	0,5	60	5,2	192	197,00	4,53
6	100	0,5	60	6,0	198	190,00	5,28
7	50	1	60	5,0	190	189,00	4,15
8	100	1	60	6,3	200	170,00	5,25
9	75	0,75	50	6,2	203	205,00	5,60
10	75	0,75	50	6,3	205	208,00	5,50
11	75	0,75	50	6,3	203	210,00	5,55

4.2.1 – Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para o tempo de cozimento

Através do gráfico de Pareto, mostrado na Figura 4.1, confirma-se que o efeito do farelo de trigo, temperatura e a interação farelo de trigo e aditivo foram as variáveis significativas sobre o tempo de cozimento a nível de 95% de confiança. O coeficiente de determinação (R^2) neste caso foi, de 0,98.

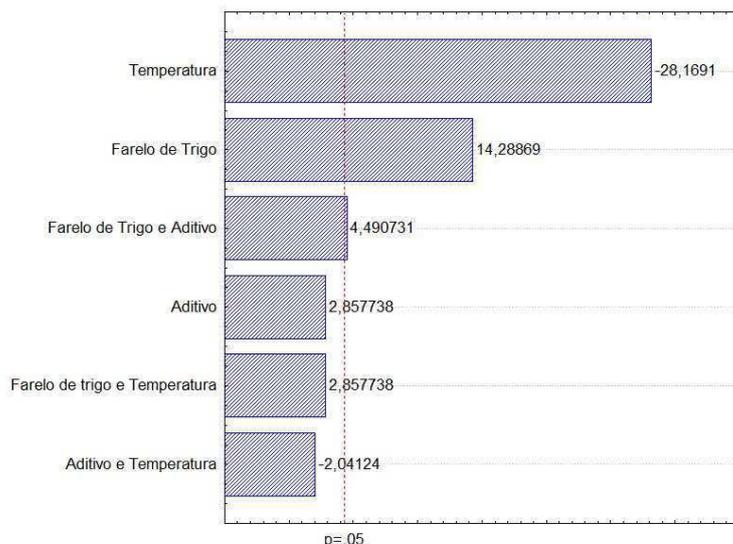


Figura 4.1 – Diagrama de Pareto para o tempo de cozimento

Conforme as condições utilizadas no processo de produção das massas alimentícias, o tempo de cozimento variou de 5,0 a 8,0 minutos. Para massas alimentícias secadas a 40°C, o tempo médio foi de 7,35 minutos; valores próximos foram encontrados por BARBOSA, (2002) ao analisar massas alimentícias de farinha mista com trigo e soja sem lipoxigenases, já para as massas alimentícias secadas a 50°C e 60°C, o tempo médio foi de 6,0 minutos.

Observa-se que o aumento do farelo de trigo influenciou, de forma positiva, no tempo de cozimento e de decréscimo com o aumento da temperatura de secagem. Também pode ser visto que, apesar de o efeito do aditivo não ser estatisticamente significativo, apresenta tendência do aumento do tempo de cozimento (coeficiente positivo). A temperatura de secagem teve maior efeito sobre o tempo de cozimento quando comparado com o de farelo de trigo. Pode-se perceber que o efeito combinado do farelo de trigo e aditivo apresentou tendência positiva, ou seja, com o aumento dessas duas variáveis aumentou o tempo de cozimento.

Na Tabela 4.3 pode-se observar os coeficientes de regressão para o modelo. A equação 4.1 corresponde ao modelo obtido cujos termos representam as variáveis significativas.

$$\text{Tempo de cozimento} = 6,42 + 0,44X_1 - 0,86X_3 - 0,14X_1X_2 \quad (4.1)$$

Tabela 4.3 – Coeficientes de regressão para a resposta tempo de cozimento

	Coeficientes de Regressão	Erro padrão	t(2)	p	Lim. Conf. -95%	Lim. Conf. +95%
Média	6,42	0,03	245,97	0,00002	6,31	6,54
X ₁ (L)	0,44	0,03	14,29	0,00486	0,31	0,57
X ₂ (L)	0,09	0,03	2,86	0,10374	-0,04	0,22
X ₃ (L)	-0,86	0,03	-28,17	0,00126	-0,99	-0,73
X ₁ X ₂	0,14	0,03	4,49	0,04618	0,01	0,27
X ₁ X ₃	0,09	0,03	2,86	0,10374	-0,04	0,22
X ₂ X ₃	-0,06	0,03	-2,04	0,17801	-0,19	0,07

X₁=Farelo de trigo (%); X₂= Aditivo (%); X₃= Temperatura (°C).

Na Tabela 4.4 tem-se a análise de variância (ANOVA) para o tempo de cozimento das amostras obtidas a partir dos resultados. Verifica-se que o valor de $F_{\text{calculado}}$ foi maior que o valor de F_{tabelado} , para o nível de 95% de confiança e a porcentagem de variação explicada, de 98,24%. Desta forma e de acordo com o teste F, o modelo de 1ª ordem para tempo de cozimento das amostras foi estatisticamente significativo e preditivo. Esses resultados indicam boa concordância entre os valores experimentais e previstos pelo modelo, expressos na Figura 4.2.

Tabela 4.4 – Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para o tempo de cozimento das massas alimentícias

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	M.Q.	F_{calculado}	F_{tabelado}	R²(%)
Regressão	6	7,78	1,30	37,26	6,16	98,24
Resíduo	4	0,14	0,03			
Total	10	7,92				

G.L: Grau de liberdade; S.Q: Soma quadrática; M.Q: Média quadrática

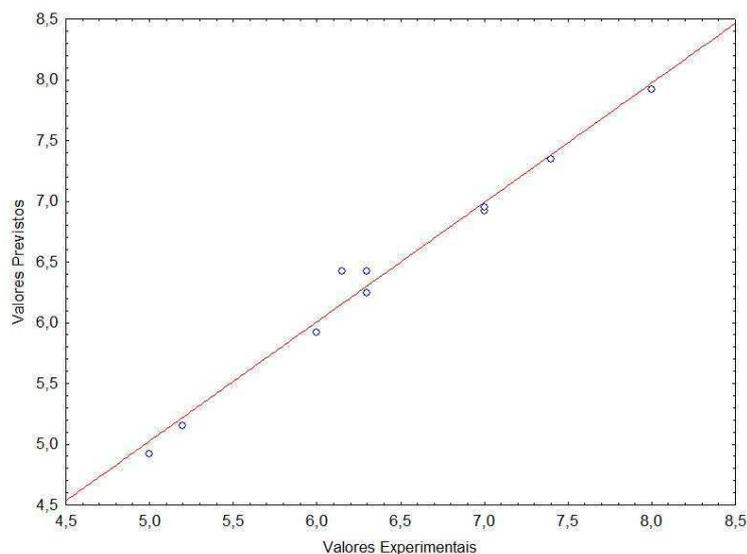
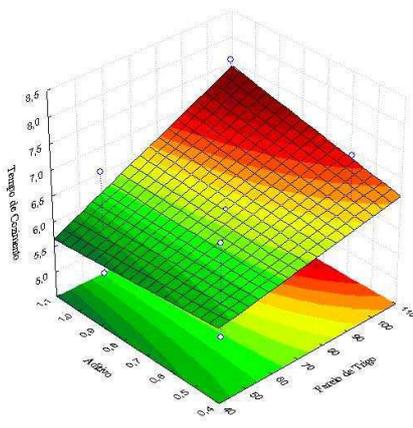


Figura 4.2 – Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta tempo de cozimento

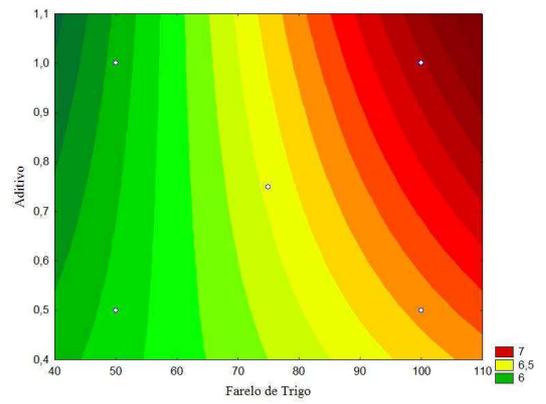
As superfícies de resposta representam os efeitos da temperatura de secagem, quantidade de farelo de trigo e de aditivo sobre as análises específicas das massas alimentícias; foram analisadas apenas quando os modelos de 1ª ordem foram estatisticamente significativos a 95% de confiança, pois as mesmas não apresentam alguma importância quando não há significância.

Para o tempo de cozimento o modelo foi significativo e preditivo, sendo possível construir superfícies de resposta e definir as regiões de interesse. São apresentadas na Figura 4.3 as superfícies de resposta e curvas de contorno do tempo de cozimento, em função do aditivo e farelo (a e b), do aditivo e temperatura (c e d) e da temperatura e do farelo de trigo (e e f).

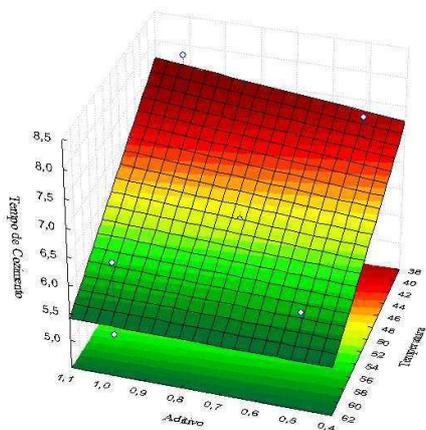
Verifica-se que a temperatura de secagem apresentou efeito decrescente sobre a resposta, ou seja, quando passa do intervalo de 40° para 60°C o tempo de cozimento diminui. Observa-se que, para as massas alimentícias, o menor tempo de cozimento foi obtido para a amostra com a maior concentração de aditivo (1,0%) e submetida à secagem de 60°C. Uma provável explicação para este fato é que a secagem realizada com maior temperatura e maior concentração de aditivo, reduz o tempo de cozimento.



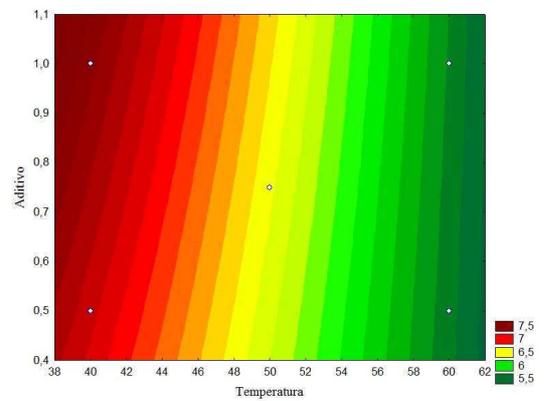
(a)



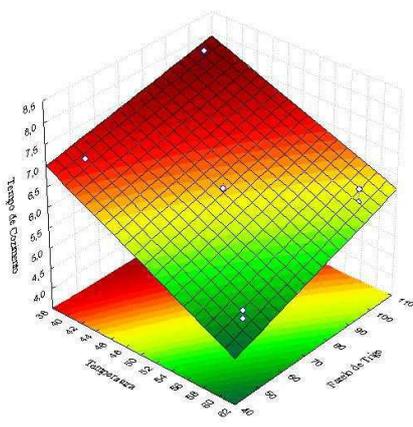
(b)



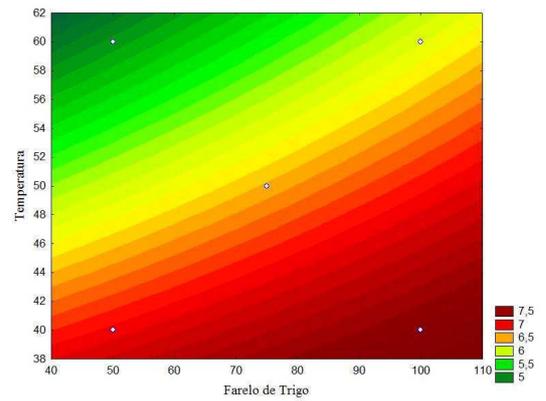
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 4.3 – Superfícies de resposta e curvas de contorno do tempo de cozimento em função do aditivo e farelo (a e b), do aditivo e temperatura (c e d) e da temperatura e do farelo de trigo (e e f)

4.2.2 - Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para o rendimento

A Figura 4.4 representa o efeito das variáveis independentes sobre o rendimento através do gráfico de Pareto. Nota-se que o farelo de trigo foi a variável mais influente sobre o rendimento apresentando efeito positivo, ou seja, com o aumento do farelo de trigo aumentou o rendimento das massas alimentícias. Verifica-se também, com o aumento da temperatura de secagem, que há uma diminuição do rendimento. O aditivo e seus efeitos combinados não foram significativos.

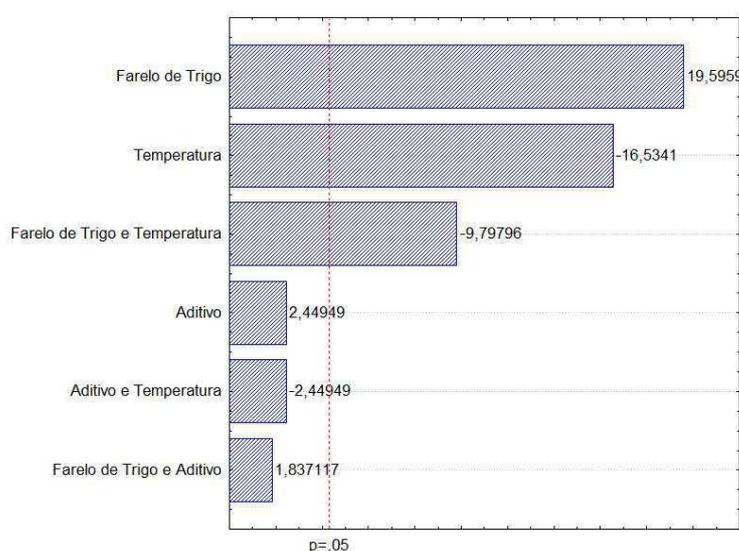


Figura 4.4 – Diagrama de Pareto para o rendimento.

Os parâmetros de rendimento e aumento de volume estão relacionados à capacidade de absorção de água das massas e dependem do formato do macarrão.

Ciacco e Chang (1986) consideram que as massas alimentícias de características adequadas são aquelas que apresentam rendimento acima de 200%. Desta forma, observa-se que o rendimento das amostras variou entre 190% e 223%, sendo próximo aos valores determinados por TEBA (2009), para massas alimentícias pré-cozidas à base de farinha mista de arroz polido e feijão preto, de 171% a 241%; seguindo os critérios deste autor, as massas alimentícias com maior teor de farelo de trigo apresentaram rendimentos adequados, conforme apresentado na Tabela 4.2.

Para o rendimento o modelo de equação linear apresentado na Equação 4.2 permite inferir que esta resposta foi influenciada significativamente pelas variáveis farelo de trigo (X_1)

e temperatura (X_3) e a interação (X_1X_3). Os coeficientes de regressão determinados a partir dos resultados estão apresentados na Tabela 4.5.

$$\text{Rendimento} = 202,27 + 8,00X_1 - 6,75X_3 - 4,00X_1X_3 \quad (4.2)$$

Tabela 4.5 – Coeficientes de regressão para a resposta rendimento

	Coeficientes de Regressão	Erro padrão	t(2)	p	Lim. Conf. -95%	Lim. Conf. +95%
Média	202,27	0,35	580,98	0,000003	201,26	203,29
X_1 (L)	8,00	0,41	19,60	0,002594	6,81	9,19
X_2 (L)	1,00	0,41	2,45	0,133975	-0,19	2,19
X_3 (L)	-6,75	0,41	-16,53	0,003638	-7,94	-5,56
X_1X_2	0,75	0,41	1,84	0,207594	-0,44	1,94
X_1X_3	-4,00	0,41	-9,80	0,010257	-5,19	-2,81
X_2X_3	-1,00	0,41	-2,45	0,133975	-2,19	0,19

X_1 =Farelo de trigo (%); X_2 = Aditivo (%); X_3 = Temperatura (°C)

Tem-se, na Tabela 4.6, para a variável de resposta rendimento, as análises de variância (ANOVA) do ajuste do modelo de 1ª ordem das amostras obtidas, pela combinação de níveis para a variável temperatura de secagem, concentração de aditivo e de farelo de trigo. Observa-se que o valor do $F_{\text{calculado}}$ (61,1) foi maior que o valor de F_{tabelado} (6,16) para um nível de 95% de confiança, com a razão entre esses valores de aproximadamente 9,9 vezes; pode-se afirmar, então, de acordo com o teste F, que o modelo empírico é estatisticamente significativo e preditivo. A comparação entre os valores experimentais e os valores previstos pelo modelo podem ser visualizados na Figura 4.5, a qual mostra haver um ajuste satisfatório visto que os pontos experimentais estão, em sua maioria, próximos da reta, havendo concordância com os valores previstos pelo modelo.

Tabela 4.6 – Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para o rendimento das massas alimentícias

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	M.Q.	$F_{\text{calculado}}$	F_{tabelado}	$R^2(\%)$
Regressão	6	1025	170,83	61,1	6,16	98,92
Resíduo	4	11,2	2,80			
Total	10	1036,2				

G.L: Grau de liberdade; S.Q: Soma quadrática; M.Q: Média quadrática

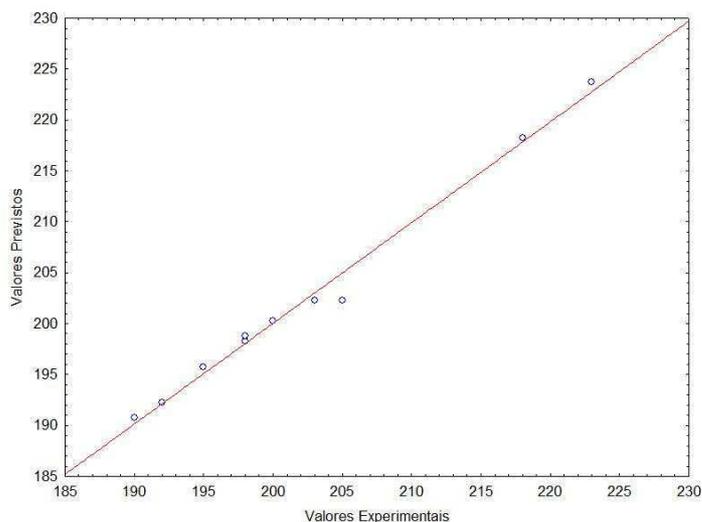
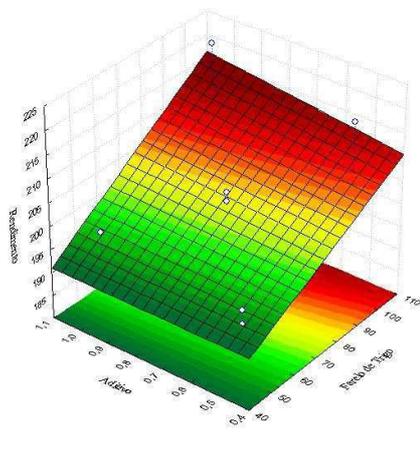


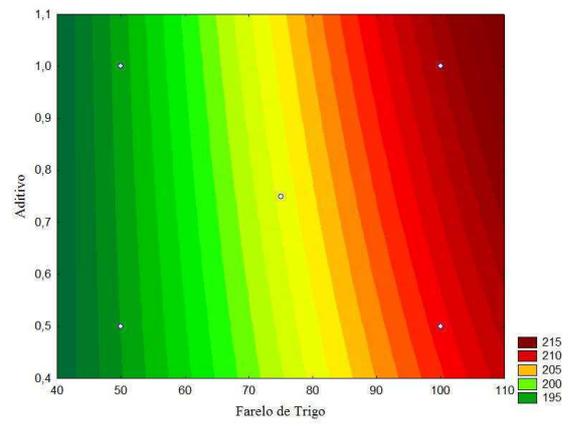
Figura 4.5 – Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta rendimento

Na Figura 4.6 se encontram as superfícies de resposta e curvas de contorno do rendimento em função do aditivo e farelo (a e b), do aditivo e temperatura (c e d) e da temperatura e do farelo de trigo (e e f).

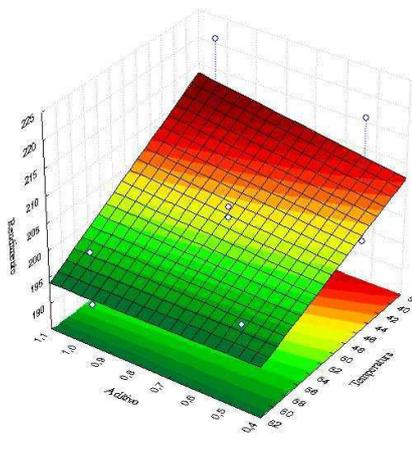
Verifica-se que a interação entre a temperatura de secagem e a concentração de aditivo apresentou influência significativa. O menor valor de rendimento foi de aproximadamente 195,0% para a amostra produzida com a maior temperatura de secagem (60°C) e maior teor de aditivo (1,0%).



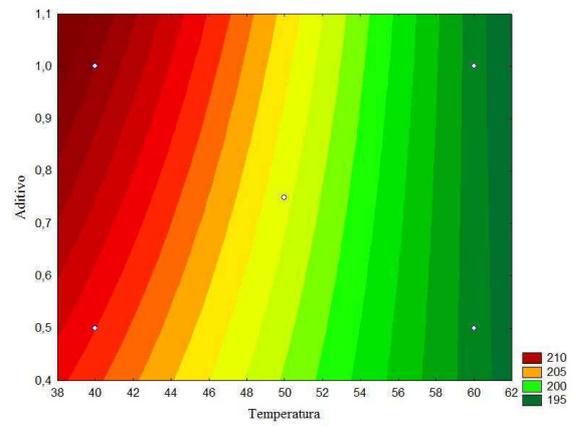
(a)



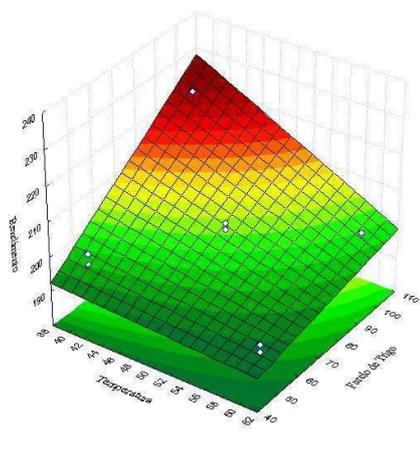
(b)



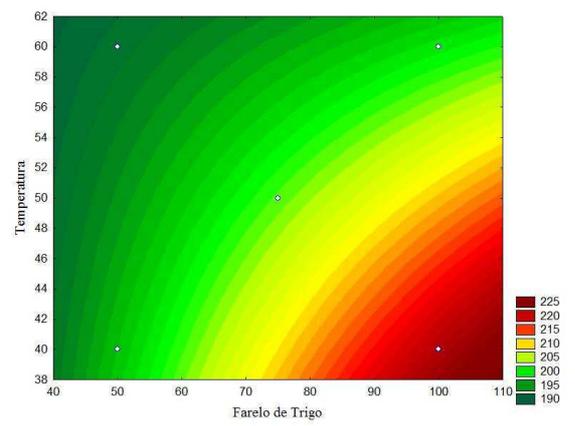
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 4.6 – Superfícies de resposta e curvas de contorno do rendimento em função do aditivo e farelo (a e b), do aditivo e temperatura (c e d) e da temperatura e do farelo de trigo (e e f)

4.2.3 – Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para o aumento de volume

Na Figura 4.7 observa-se o efeito das variáveis sobre o aumento de volume a nível de 95% de confiança. Confirma-se que todas as variáveis apresentaram efeito significativo sobre o aumento de volume e que as mesmas se mostraram com tendências negativas. Verifica-se, com o aumento das variáveis temperatura de secagem, farelo de trigo e aditivo que há tendência do decréscimo no aumento de volume. Apesar disto, seus efeitos combinados não foram significativos.

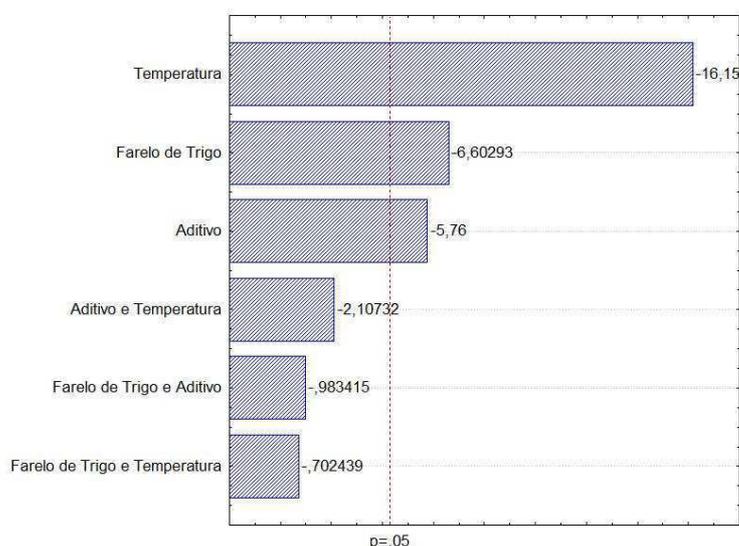


Figura 4.7 – Diagrama de Pareto para o aumento de volume

De acordo com Ormenese et al. (2001) o que se espera do aumento de volume de massas que contenham outros tipos de farinha em sua composição, além da farinha de trigo, é que, quanto maior seja a porcentagem dessas outras farinhas menor seja o aumento de volume, já que este, além de depender do tempo de cozimento e do formato da massa depende também, segundo (MENEGASSI e LEONEL, 2006), do conteúdo e da qualidade de proteínas as quais, no processo de mistura da massa, hidratam e absorvem água, participando do aumento de volume da mesma. Verifica-se, de acordo com os resultados obtidos, que o aumento de volume variou de 170 a 225%, sendo encontrado o menor valor para amostra contendo maior percentual de farelo e aditivo, secada na maior temperatura, conforme Tabela 4.2.

A ANOVA (Tabela 4.7) corresponde ao modelo ajustado aos dados experimentais do aumento de volume das amostras de massa alimentícia em função da temperatura de secagem, do teor de farelo de trigo e da concentração de aditivo Citrosen[®]. O modelo não apresentou boa qualidade de ajuste e a regressão explica 95,13% da variação total em torno da média. Através do teste F para regressão, foi encontrado o valor da razão entre o $F_{\text{calculado}}$ e F_{tabelado} de 2,11 sinalizando que o modelo é estatisticamente significativo, mas não é preditivo. A falta de ajuste pode ser visualizada na Figura 4.8 na qual se tem valores experimentais versus valores preditos, mostrando uma pequena dispersão e que não houve reprodutibilidade dos resultados no ponto central, razão por que a superfície de resposta para o aumento de volume das massas alimentícias mistas não foi apresentada.

Tabela 4.7 – Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para o aumento de volume das massas alimentícias

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	M.Q.	$F_{\text{calculado}}$	F_{tabelado}	$R^2(\%)$
Regressão	6	1676,75	279,46	13,03	6,16	95,13
Resíduo	4	85,80	21,45			
Total	10	1762,55				

G.L: Grau de liberdade; S.Q: Soma quadrática; M.Q: Média quadrática.

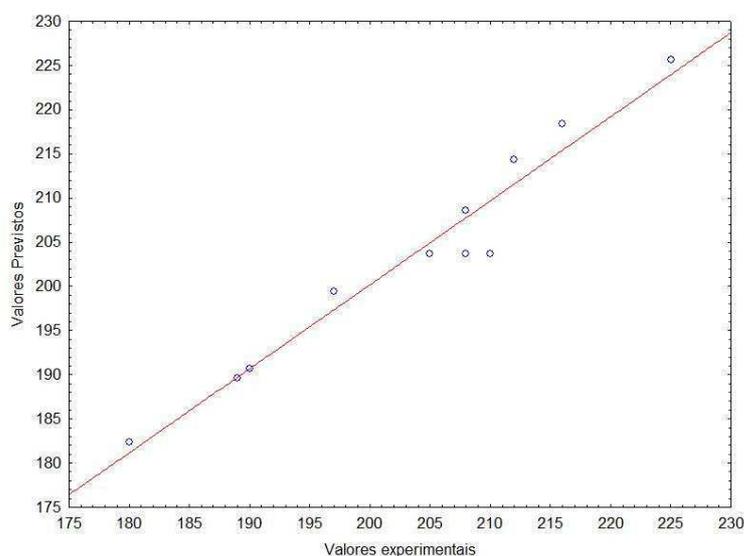


Figura 4.8 – Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta aumento de volume

4.2.4 – Análise dos efeitos e da regressão dos modelos estatísticos para a perda de sólidos solúveis

Na Figura 4.24 observa-se o efeito das variáveis sobre a perda de sólidos solúveis a nível de 95% de confiança. Confirma-se que a temperatura e o aditivo apresentaram efeito significativo com tendência negativa e que o farelo de trigo e o efeito combinado com a temperatura tiveram tendência positiva, além de que, com o aumento do farelo de trigo e temperatura (efeito combinado) há tendência do aumento da perda de sólidos solúveis.

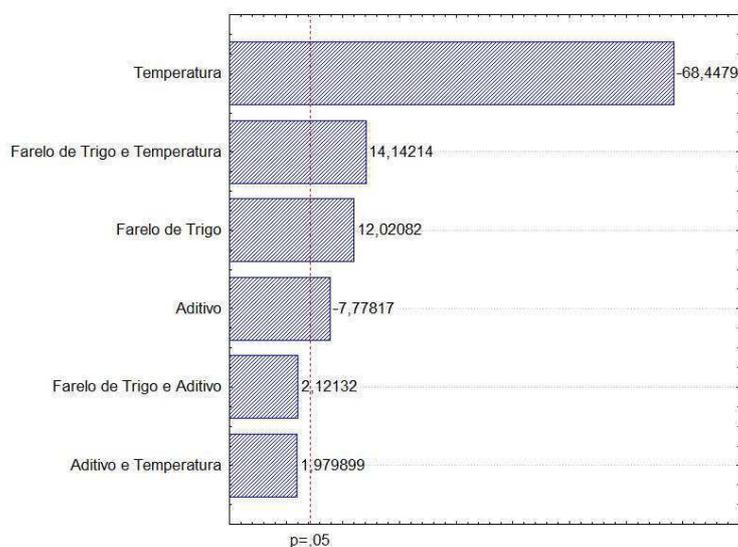


Figura 4.9 – Diagrama de Pareto para a perda de sólidos solúveis

Segundo os critérios descritos por Hummel (1966) as massas alimentícias secas que apresentam perda de sólidos solúveis de até 6 %, são consideradas de qualidade muito boa, até 8 % são chamadas massas de média qualidade e valores iguais ou superiores a 10 % caracterizam as massas de baixa qualidade. Considerando esta forma de classificação, os produtos elaborados no presente estudo se enquadram nos parâmetros de qualidade muito boa e regular.

As massas alimentícias mistas apresentaram perda de sólidos solúveis de 4,15 % para o ensaio 7 a 7,42% (ensaio 1), sendo a perda de sólidos solúveis maior nas amostras secadas na temperatura de 40°C. Segundo Ormenese (2002) os processos de secagem em maior temperatura proporcionaram menor perda de sólidos solúveis durante o cozimento. Garib (2002) estudando uma massa alimentícia elaborada com 75 % de farinha de trigo, 15 % de

farinha de milho pré-gelatinizada e 10 % de farinha de soja, relatou que a mesma obteve 9,33% de perda de sólidos solúveis.

A Tabela 4.8 apresenta a análise de variância para a variável resposta perdas de sólidos solúveis. O modelo evidencia falta de ajuste, o coeficiente de determinação obtido (0,9629) explica 96% da variação da perda de sólidos em torno da média e 4% são atribuídos aos resíduos. Constata-se que o $F_{\text{calculado}}$ é maior que o F_{tabelado} , significando que o modelo é estatisticamente significativo a 95% de confiança e, como a razão $F_{\text{calc}}/F_{\text{tab}}$ é inferior a 4, o modelo não é considerado preditivo; logo, a superfície de resposta para perda de sólidos solúveis, não foi apresentada.

A Figura 4.10 confirma o que foi mostrado no teste F. A qualidade do ajuste é apenas razoável e se observa que os erros de ajustamento estão independentes e normalmente distribuídos em torno da reta.

Tabela 4.8 – Análise de variância do modelo ajustado aos dados experimentais para a perda de sólidos solúveis das massas alimentícias

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	M.Q.	$F_{\text{calculado}}$	F_{tabelado}	$R^2(\%)$
Regressão	6	12,75	2,12	17,28	6,16	96,29
Resíduo	4	0,49	0,12			
Total	10	13,24				

G.L: Grau de liberdade; S.Q: Soma quadrática; M.Q: Média quadrática

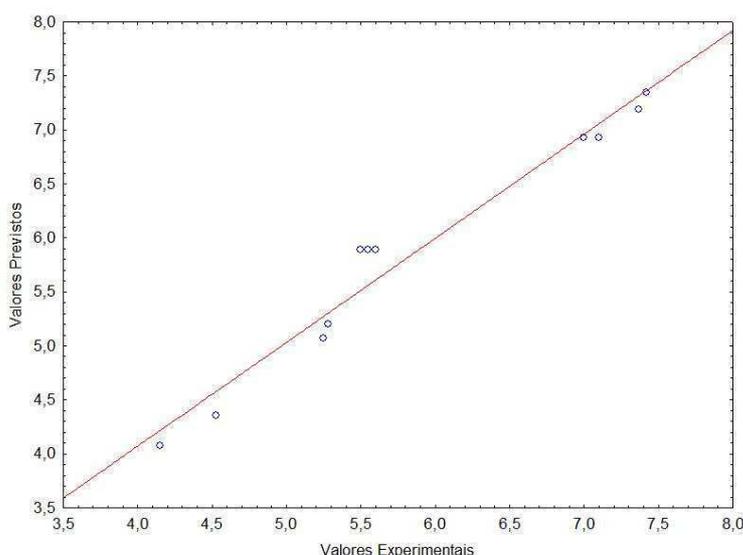


Figura 4.10 – Valores experimentais versus valores previstos pelo modelo para a resposta perda de sólidos solúveis

4.3 - Cinética de secagem

Com os dados obtidos no experimento, construíram-se as curvas de secagem para as formulações com diferentes percentuais de farelo de trigo, 20%, 15% e 10%, utilizando-se as equações 3.6, 3.7 e 3.8 da seção 3.7. O efeito da temperatura na secagem nas massas alimentícias se encontra nas Figuras de 4.11 a 4.16. Verifica-se que o aumento da temperatura favorece a redução do tempo e o aumento na taxa de secagem. Contudo, o tempo requerido para reduzir o teor de água inicial das massas alimentícias de 34,0% (b.u), até um teor de água final médio de 6,7%; 5,35% e 3,33% (b.u) para as temperaturas de 40°C, 50°C a 60°C, foi de 720 min, 540 min a 480 min, respectivamente.

O modelo de Midilli foi o que teve melhor ajuste às curvas de secagem; por isto, este foi escolhido para representá-las. Os coeficientes de regressão (R^2) e demais coeficientes de ajuste dos demais modelos estão descritos na Tabela 4.13. As Figuras de 4.7 a 4.9 representam as curvas de secagem usando-se o modelo de Midilli, para as temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C.

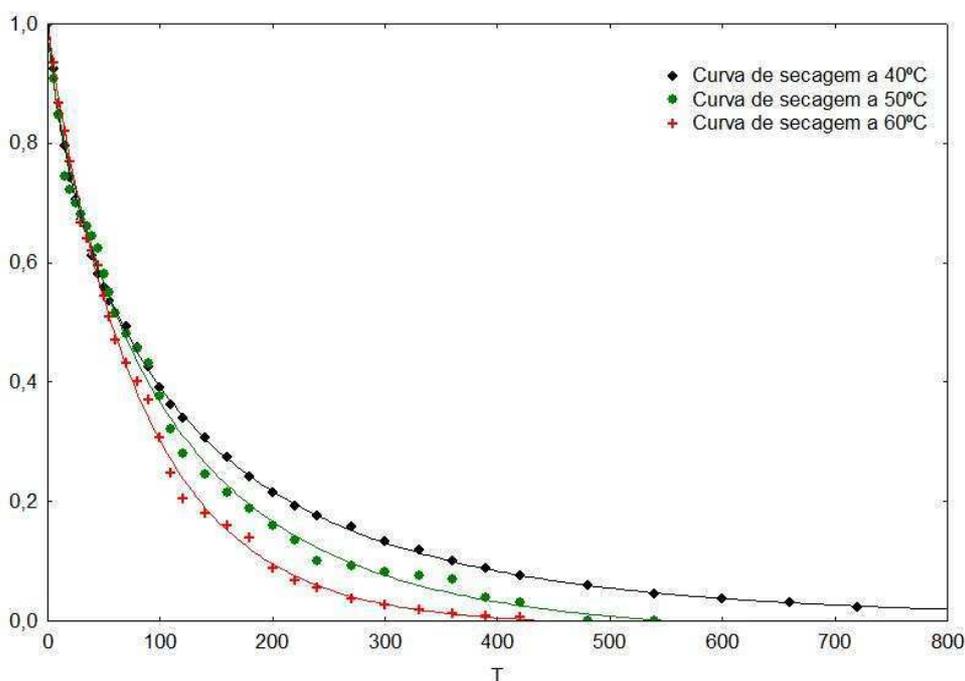


Figura 4.11 - Curva de secagem de massa alimentícia mista com 20% de farelo de trigo (experimental e estimada) na temperatura de 40°C, 50°C e 60°C, empregando-se o modelo matemático de Midilli

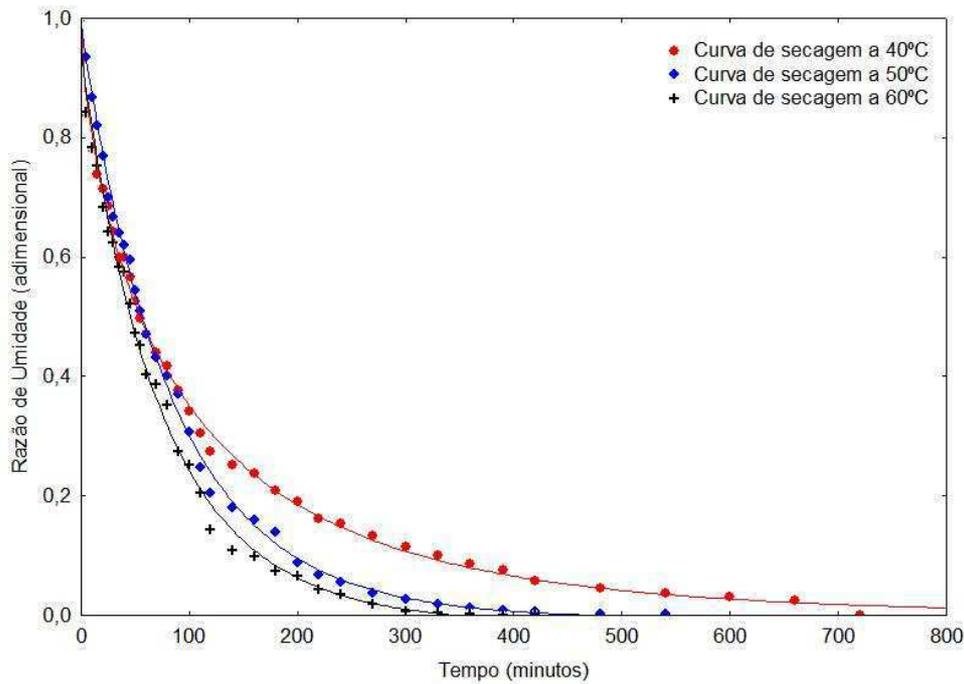


Figura 4.12 - Curva de secagem de massa alimentícia mista com 15% de farelo de trigo (experimental e estimada) na temperatura de 40°C, 50°C e 60°C, empregando-se o modelo matemático de Midilli

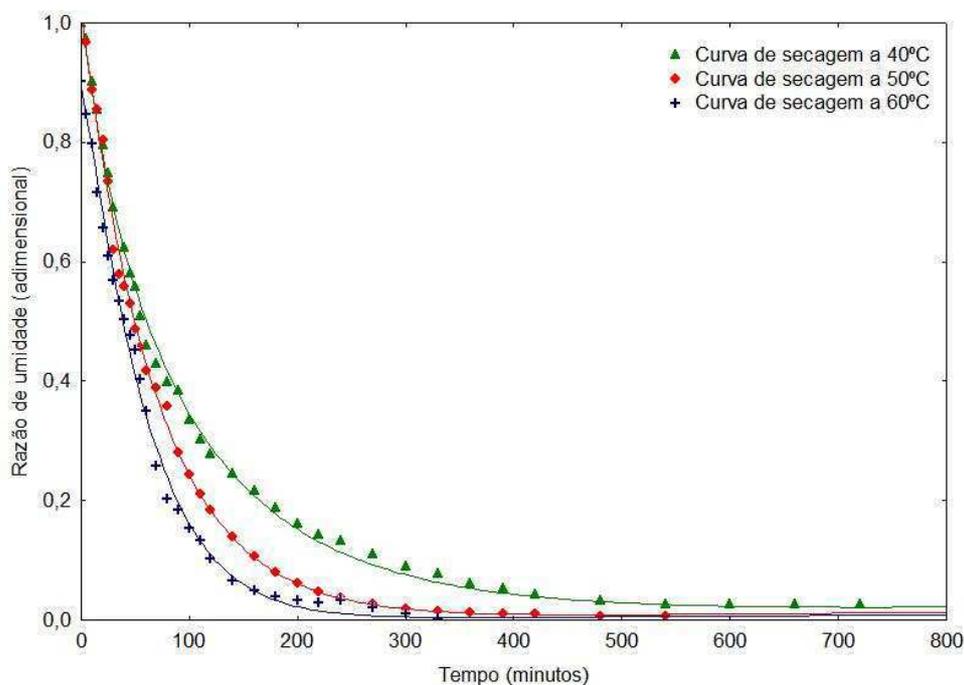


Figura 4.13 - Curva de secagem de massa alimentícia mista com 10% de farelo de trigo (experimental e estimada) na temperatura de 40°C, 50°C e 60°C, empregando-se o modelo matemático de Midilli

No desenvolvimento das curvas de secagem os tempos de secagem para todas as formulações foram iguais nas temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C, de 720 min, 540 min e 420 min, respectivamente, porém se pode observar nas Figuras 4.14 a 4.16, que o comportamento das curvas de secagem variou de acordo com o teor de farelo de trigo. Constatou-se que, à medida em que o teor de farelo de trigo foi diminuído, a massa alimentícia secou de forma mais rápida.

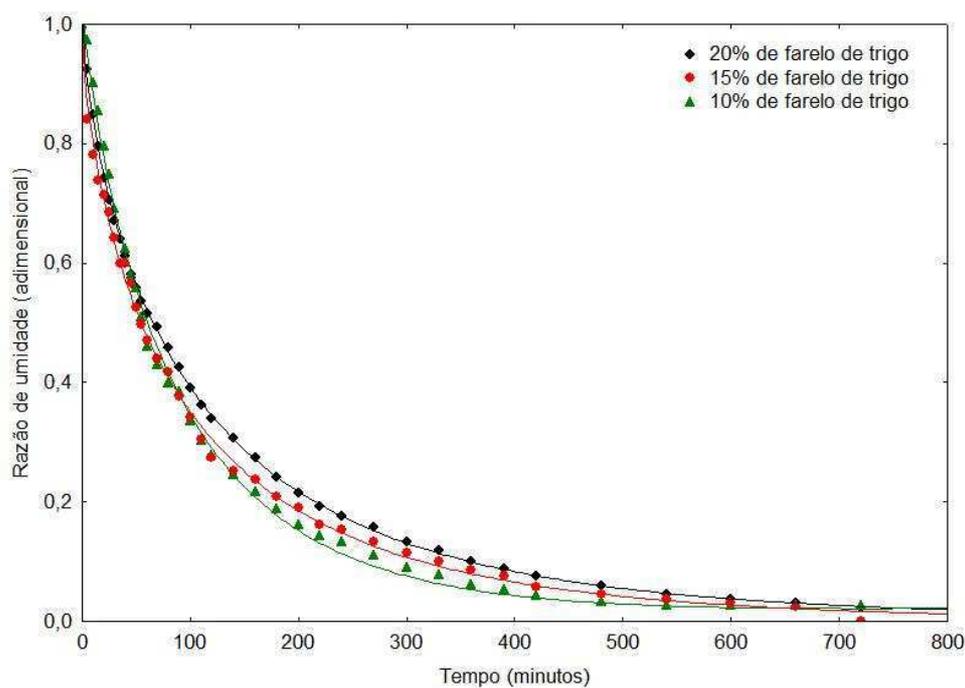


Figura 4.14 - Curva de secagem de massa alimentícia mista com 20%, 15% e 10% de farelo de trigo (experimental e estimada) na temperatura de 40°C empregando-se o modelo matemático de Midilli

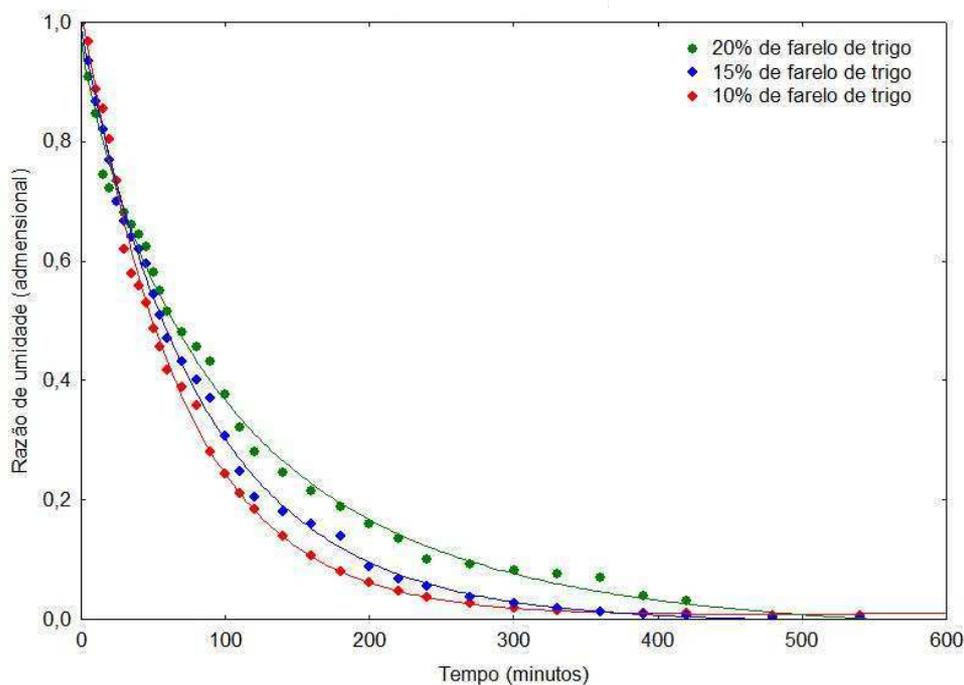


Figura 4.15 - Curva de secagem de massa alimentícia mista com 20%, 15% e 10% de farelo de trigo (experimental e estimada) na temperatura de 50°C empregando-se o modelo matemático de Midilli

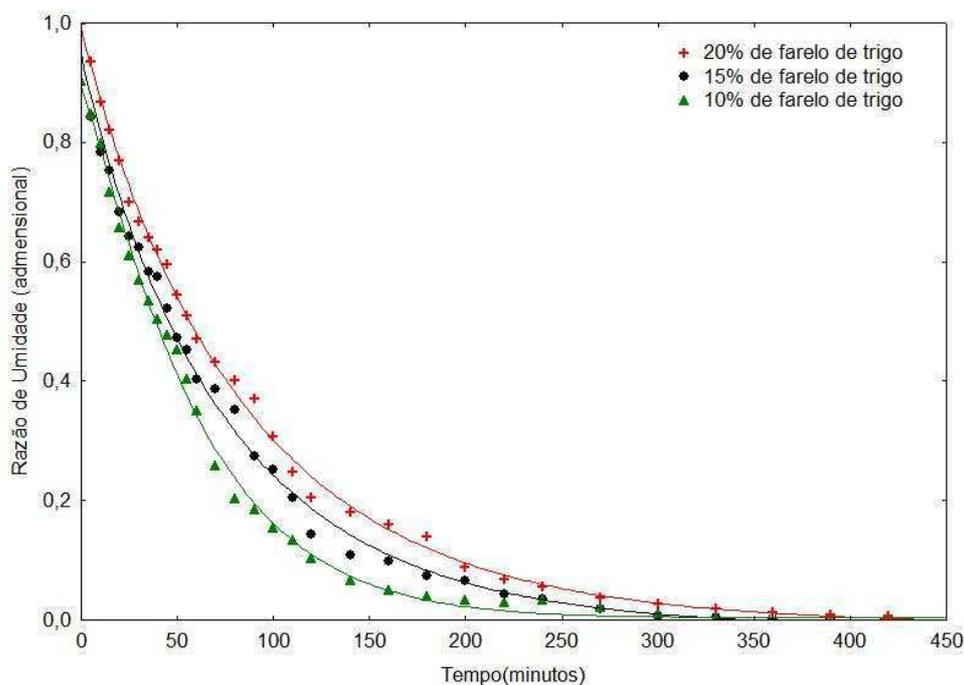


Figura 4.16 - Curva de secagem de massa alimentícia mista com 0,20%, 0,15% e 0,10% de farelo de trigo (experimental e estimada) na temperatura de 60°C empregando-se o modelo matemático de Midilli

Na Tabela 4.9 estão apresentados os parâmetros K, n para o modelo de Page; a, k para o modelo de Henderson e Pabis; a, b, n e k para o modelo de Midilli.

Tabela 4.9 - Parâmetros e coeficientes de determinação (R^2) dos modelos ajustados para a temperatura de 40°C, 50°C e 60°C

Formulação	Modelo	T (°C)	Parâmetro				$R^2(\%)$
			K		n		
0,20%	Page	40	0,110873		0,464615		93,50
0,15%		40	0,105855		0,105855		94,80
0,10%		40	0,020587		0,852626		99,45
0,20%		60	0,111306		0,111306		98,40
0,15%		60	0,122198		0,122198		98,90
0,10%		60	0,135301		0,135301		98,92
0,20%		50	0,101988		0,101988		98,22
0,15%		50	0,110331		0,110331		99,70
0,10%		50	0,118144		0,118144		99,66
		T (°C)	Parâmetro				$R^2(\%)$
			a	K			
0,20%	Henderson & Pabis	40	0,883262	0,007686		98,10	
0,15%		40	0,857470	0,008655		98,03	
0,10%		40	0,971743	0,010315		98,90	
0,20%		60	0,936461	0,011215		98,90	
0,15%		60	0,936928	0,013677		99,43	
0,10%		60	0,930076	0,016713		99,50	
0,20%		50	0,919026	0,009136		99,27	
0,15%		50	0,981815	0,011863		99,81	
0,10%		50	1,021955	0,014372		99,50	
		T (°C)	Parâmetro				$R^2(\%)$
			a	K	n	b	
0,20%	Midilli	40	1,014261	0,037424	0,702528	0,00003	99,48
0,15%		40	0,986296	0,041707	0,696925	0,00000	99,70
0,10%		40	1,047261	0,026245	0,814394	0,00002	99,67
0,20%		60	0,994613	0,021666	0,876263	0,00009	99,82
0,15%		60	0,948377	0,016535	0,956295	-0,0003	99,50
0,10%		60	0,892741	0,008874	1,143486	0,0001	99,67
0,20%		50	0,975284	0,020515	0,837415	-0,0003	99,55
0,15%		50	0,991801	0,013784	0,967772	-0,0001	99,82
0,10%		50	1,025557	0,014867	0,994217	0,00002	99,72

4.4 - Caracterização microbiológica das massas alimentícias

As análises microbiológicas foram realizadas para averiguar se as massas alimentícias processadas estavam livres de todo e qualquer micro-organismo que pudesse comprometer a saúde dos provadores. Desta forma, os referidos alimentos podem ser considerados seguros, do ponto de vista da ocorrência de toxinfecções alimentares; os resultados dos testes microbiológicos para as massas alimentícias mistas estão dispostos na tabela 4.10.

Tabela 4.10- Resultado das análises microbiológicas para massas alimentícias

Ensaio	Análises Microbiológicas					
	Mesófilos UFC/g	Coliformes 35°C NMP/g	Coliformes termotolerantes NMP/g	Bolores e Leveduras UFC/g	<i>Estafilococos</i> <i>coagulase</i> positiva UFC/g	<i>Salmonella</i>
1	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
2	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
3	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
4	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
5	1,30	1,04	<3	<1	<1	Ausência
6	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
7	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
8	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
9	<1	<3	<3	<1	<1	Ausência
Legislação*	Não referenciado	Não referenciado	1,0 x 10 ²	Não referenciado	5,0 x 10 ³	Ausência

*Padrões Microbiológicos para Alimentos – RDC nº 12 de 2001 da ANVISA

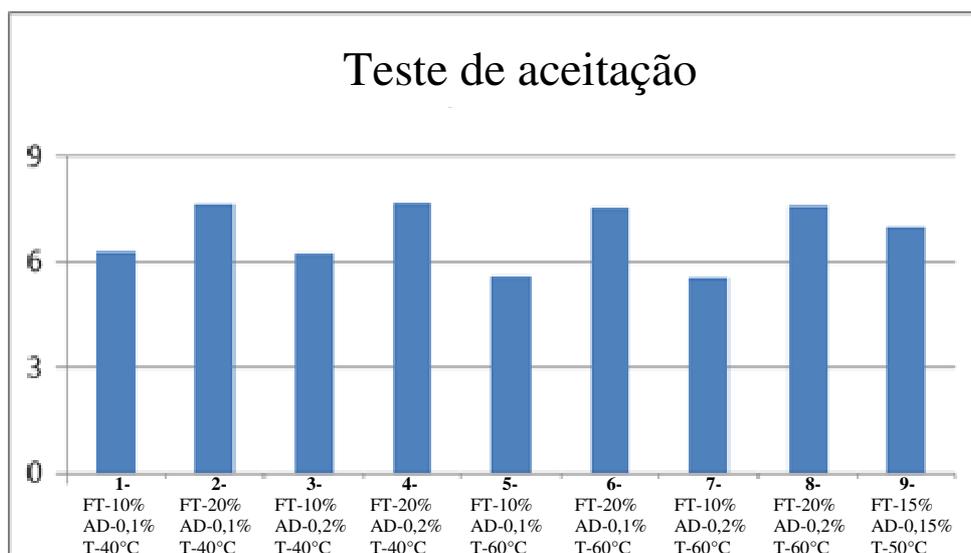
A presença de coliformes nos alimentos é de grande importância para indicação de contaminação durante o processo de fabricação ou mesmo pós-processamento. Segundo FRANCO (2005) os micro-organismos indicadores são grupos ou espécies que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação fecal, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial de um alimento, além de poder indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento.

Observando a Tabela 4.13 verifica-se que as massas alimentícias utilizadas atendem à legislação vigente (ANVISA, 2001) e se levando em conta as considerações feitas acima, pode-se dizer que as amostras apresentam condições higiênico-sanitárias satisfatórias, tendo em vista os resultados encontrados para coliformes a 35°C e coliformes a 45°C. Outra

observação que pode ser feita é em relação à baixa população de bolores e leveduras encontrada, evidenciando que o armazenamento das amostras foi realizado adequadamente.

4.5 – Teste de aceitação

Com base no teste de aceitação as massas alimentícias com maior aceitabilidade foram elaboradas com 15% e 20% de farelo de trigo submetido à secagem na temperatura de 40°, 50° e 60°C, que apresentaram textura lisa, coloração uniforme, sem pontuações e aroma agradável; já os produtos que obtiveram menor aceitabilidade foram elaborados com 10% de farelo de trigo, submetidos à secagem na temperatura de 40° e 60°C demonstrando que a falta deste ingrediente resultou em características sensoriais negativas, apresentando cor não uniforme e pontuações. Na Figura 4.17 verifica-se que as massas alimentícias com maior teor de farelo de trigo (ensaios 2,4,6 e 8) obtiveram melhor aceitabilidade, para elas, a quantidade de aditivo foi de 0,2 e 0,1%, indicando que o mesmo teve influência sobre a aceitação.



FT=farelo de trigo; AD = aditivo; T=temperatura

Figura 4.17 - Aceitabilidade geral das massas alimentícias mistas em diferentes temperaturas de secagem

Na Tabela 4.12 (Teste de Tukey) se encontra os resultados do teste de aceitação da avaliação da aceitabilidade geral dos produtos obtidos.

Tabela 4.11– Resultados do Teste de Tukey para o teste de aceitação

Ensaio	Médias para aceitação global*	Média **	Desvio Padrão	CC (%)
1	6,29 ^{bc}	6,23	2,22	29,15
2	7,63 ^a	7,63	0,93	52,68
3	6,23 ^{bc}	6,23	2,13	26,84
4	7,76 ^a	7,77	1,01	42,87
5	5,60 ^c	5,60	2,11	22,98
6	7,56 ^a	7,57	1,10	40,93
7	5,56 ^c	5,57	1,52	29,62
8	7,60 ^a	7,60	1,45	40,62
9	7,00 ^{ab}	7,00	1,58	30,00

* médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. ** Média significativa determinada pelo Consensor. CC- Coeficiente de concordância entre os provadores

Os resultados obtidos através do teste de aceitação das massas alimentícias em suas diferentes formulações, demonstraram que as amostras diferiram significativamente a 95% de significância, uma vez que os produtos elaborados com 15 e 20% de farelo de trigo submetidas a temperaturas de secagem diferentes, tiveram preferências semelhantes (de acordo com o teste de Tukey).

A partir dos resultados da Tabela 4.12, observa-se que as médias obtidas pelo programa Consensor foram próximas ou iguais às determinadas pelo teste de Tukey e que se obtiveram pequenos desvios padrões para todas as amostras. Os coeficientes de concordância entre os provadores variaram de 22,98 a 52,68%, sinalizando que as massas alimentícias que tiveram maior aceitação com percentual acima de 40%, foram os ensaios 2, 4, 6 e 8 que foram aquelas que tiveram, em sua formulação, maior teor de farelo de trigo, fato possível de ter ocorrido em virtude dos provadores utilizarem como referência “massas alimentícias” comumente encontradas no mercado brasileiro, as quais contêm maior teor de farelo de trigo em sua composição, podendo chegar a até 75% da mistura, tornando escuro e com pouca elasticidade.

5 – CONCLUSÕES

De acordo com os experimentos realizados e os resultados observados, conclui-se que a maior quantidade do teor de farelo de trigo e de aditivo proporcionou, nas massas alimentícias um tempo maior de cozimento, rendimento e perda de sólidos solúveis. O aumento de volume foi crescente à medida em que se diminuiu a proporção desses ingredientes.

A maior temperatura de secagem influenciou significativamente a redução do tempo de cozimento, rendimento, aumento de volume e da perda de sólidos solúveis.

Para massas alimentícias de qualidade satisfatória pode-se dizer que o ensaio 8 foi aquele que apresentou melhor característica química, tecnológica, funcional e sensorial, apresentando um tempo médio de cozimento, rendimento igual a 200%, aumento de volume proporcional ao rendimento, menor perda de sólidos solúveis na água de cozimento, além de ter tido uma aceitação de 40,62% de concordância entre os provadores no teste de aceitação. Esta massa foi desenvolvida com maior teor de farelo de trigo e aditivo e submetida à maior temperatura de secagem.

Durante a realização da cinética de secagem das massas constatou-se que o menor teor de farelo de trigo influenciou significativamente a diminuição do teor de água do produto nas mesmas condições que aquela que foi secada com maior quantidade deste ingrediente.

De acordo com os resultados obtidos pela aplicação dos modelos matemáticos para a representação do processo de secagem em camada fina em secador de bandeja, conclui-se que os mesmos representam o processo com precisão, R^2 acima de 99,48%, para o modelo que melhor representa o conjunto de dados, o modelo de Midilli, pois apresentou coeficiente de determinação (R^2) variando entre 99,48% a 99,82%, respectivamente para as temperaturas de 40°C e 50°C.

Os testes de aceitação realizados com as massas alimentícias mostraram que os produtos com maior aceitabilidade foram os elaborados com 20% de farelo de trigo, só apresentando diferença significativa pelo teste de Tukey, com aquelas elaboradas com 10% de farelo submetido à secagem na temperatura de 60°C.

Percebe-se que o uso do farelo de trigo em massas alimentícias trouxe muitos benefícios pois além de ser um produto barato considerado resíduo pelas indústrias de farinha de trigo, pode ser utilizado na produção de massas alimentícias nutritivas e de boa qualidade.

6- REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS – ABIMA. Disponível em: <http://www.abima.com.br>. Acesso em 20/10/2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO – ABITRIGO. Disponível em <http://www.abitrigo.com.br>. Acesso em 15/03/2012.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHMISTS. AACC. **Approved methods**, 10 th ed., St.Paul; AACC, 2000

AKILLIOGLU, H. G.; YALCIN, E. Some quality characteristics and nutritional properties of traditional egg pasta (Erişte). **Food Science and Biotechnology**, Turquia, v. 19, n. 2, p. 417-424, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução- RDC nº263, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set.2005.

ATWELL, W. A. **Wheat Flour: Pratical Guides for the Food Industry**. 1 ed. St. Paul, Minnesota, Eagan Press, 2001, 137p.

BARBOSA, M. C. A. **Avaliação tecnológica de massas alimentícias deFarinha mista de trigo e soja sem lipoxigenases**. Dissertação de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Abril, 2002. 112 pg.

BOX, G. E. P.; WETZ, J. Criteria for judging adequacy of estimation by an approximate response function. **University of Wisconsin Technical Report**, 1973. 95p.

BRASIL, 2001. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 de janeiro de 2001.

BRASIL. Portaria nº 763, de 28 de dezembro de 2004. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação da farinha de trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2004, Seção 1, p. 30.

CAFÉ, Sônia L.; FONSECA, Paulo S. M.; AMARAL, Gisele F.; MOTTA, Maria. F. S. R.; ROQUE, Carlos A. L.; ORMOND José G. P. **Cadeia Produtiva do Trigo**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.18, set.2003.

CANELLA-RAWLS, S. **Pão- Arte e Ciência**. São Paulo: Editora Senac, 2005.

CASAGRANDE, D.A.; CANIATTI-BRAZACA, S.G.; SALGADO, J.M.; PIZZINATTO, A.; NOVAES, N.J. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. **Rev. Nutr. Campinas**, v.12, n.2, p. 137-143, 1999.

CHO, S. S.; CLARK, C.; URIBE-SAUCEDO, S. Gastrointestinal and other physiological effects of wheat bran. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 49, nº 3, p. 140-143, may june 2004.
CIACCO, C.F.; CHANG, Y.K. **Como fazer massas**. Editora da Unicamp. 1986.

CIACCO, C. F.; CHANG, Y.K. **Tecnologia de massas alimentícias**. Serie Tecnologia Agroindustrial. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Governo do Estado de São Paulo, 1982.

DEWETTINCK, K.; VAN BOCKSTAELE, F.; KÜHNE, B.; VAN DE WALLE, D.; COURTENS, T. M.; GELLYNCK, X. Nutritional value of bread: Influences of processing, food interactions and consumer perception. **Journal of Cereal Science**, v.48, p.243–257, 2008.

EL DASH, AHMED A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N. M. Composição química do grão de trigo e da farinha. In Fundamentos da tecnologia de panificação. São Paulo, Secretaria da Indústria, **Comércio, Ciência e Tecnologia**, Cap 1, 349 p. 1982.

EL-DASH, A., CABRAL, L.C., GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e soja na produção de pães**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994, v.1.

FERNANDES, Caloca. **Viagem gastronômica através do Brasil**. 7ª ed. Editora SENAC São Paulo, 2000.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005, 196 p.

GARIB, C.C. **Alimentação balanceada: uma proposta alternativa para merenda escolar**. Florianópolis, SC: UFSC, 2002, 93p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

GUERREIRO, L. **Massas Alimentícias**. Dossiê Técnico. REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

HELM, Cristiane Vieira et. al. **Elaboração de massa alimentícia enriquecida com farinha de pinhão (*Araucária angustifolia*)**. RUBS, Curitiba, v.1, n.4, sup.1, p.29-30, out./dez. 2005.

HILBIG, J et. al. Enriquecimento nutricional de macarrão tipo massa fresca através da adição de hortaliças e farinha de trigo integral para a merenda escolar. **Anais do XVI EAIC**. 26 a 29 de setembro de 2007.

HUMMEL, C. **Macaroni products: manufacture processing and packing**. 2ª edição. London: Food Trade Press, 1966. 287p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4.ed. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz**. São Paulo. V.1, 2008, 1020p.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS- ICTA. Disponível em [http:// www.ufrgs.br/icta](http://www.ufrgs.br/icta). Acesso em 01/03/2012.

KINGSLEY, R. P.; GOYAL, R. K.; MANIKANTAN, M. R.; ILYAS, S. M. Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behaviour of peach slice. **International Journal of Food Science & Technology**, v.42, n.1, p. 65-69, 2007.

KUDRA, T.; STRUMILLO C. **Thermal Processing of Bio-materials**. Quebec. CRC Press, 1998.

LEITÃO, R.F.F, VITTI, P.; FERREIRA, V.L.P.; MIYA, E.E **Tecnologia de macarrão**. Campinas: Coletânea ITAL, 1990.

LEONHARDT, G. F. Tecnologia de Secagem de Massas Alimentícias. In: **II Seminário Tecnológico de Massas Alimentícias**. ABIMA-Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias, 1996.

LIJUAN, S.; GUIYING, Z.; GUON, Z.; ZAIGUI, L. Effect os different milling methods on flour quality and performance in steamed breadmaking. **Journal of Cereal science**, v. 45, p. 18-23, 2006.

LUCATO, M. **Uma proposta de modelagem para secadores de macarrão de corte Longo**. São Caetano do Sul, SP: CEUNEEM,114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos)- Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2009.

MALUF, M. L. F., et.al. Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.1, São Paulo 2010.

MARIUSSO, A.C.B. **Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindustriais visando o melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas**. Campinas, SP: FEA, 2008. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

MARTINS, R. Fabricação de pão de forma. Resposta Técnica. **Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**, nov., 2006.

MENEGASSI, B.; LEONEL M. Efeito da adição de farinha de mandioca-salsa nas características de massa alimentícia. Publ. UEPG **Ciências Exatas Terra**, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 11 (3): 13-19, dez. 2005.

MENEGUSSO, F. J. ; VIECILI, A. A.; PAULY, T.; FERREIRA, D. T. L. Avaliação dos Resultados de Análises de farinhas de Trigo de Diferentes Laboratórios de Análises Reológicas. **VII SIAL, 2011**, Passo Fundo. VII SIAL para Região Sul, 2011

NICOLETTI, A. M.; SILVA, A. M.; HECKTHEUER, L. H.; TOLEDO, G. S. P.; GUTKOSKI, L. C. Uso de subprodutos agroindustriais no desenvolvimento de macarrão nutricionalmente melhorado. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v.18, n.4, out./dez. 2007.

OLIVEIRA, M.F. **Massa Alimentícia de Trigo e Soja Pré-cozida por Extrusão**. 1v. 88p. , 2004. Dissertação de mestrado - Ciência e tecnologia de Alimentos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

OVANDO-MARTINEZ, M. *et al.* Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta (Banana verde). **Food Chemistry**, v. 113, n.1, 2009, p.121-126, mar 2009.

ORMENESE, R.C.S.C.; FARIA, E.V.; GOMES, C.R.; YOTSUYANAGI, K. Massas alimentícias não convencionais à base de arroz – perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 4, p. 67-7, 2001.

PAGANI, M.A.; RESMINI, P.; FIORINO, A.; DALBON, G. L'essiccazione ad alta temperatura nella produzione di paste all'uovo: effetti su alcune caratteristiche organolettiche e nutrizionali. **Tecnica Molitoria**, 37 (3): 177-190, 1986.

PAVAN, G. High temperature drying improves pasta quality. **Food Engineering International**, 5 (2): 37-39, 1980

PAVANELLI, A.P. Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade. Artigo Técnico. **Associação Brasileira da Indústria de Aditivos e Melhoradores para Alimentos e Bebidas** - ABIAM, 2000.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETTO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e polidextrose utilizando páprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(4), out.-dez. 2008.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. **Farinha mista de trigo e berinjela**: características físicas e químicas. Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Paraná, v. 22, n. 1, p. 15-24, jul/ago. 2004.

PIEKARSKI, F. V. B. W. **Folha de abóbora: caracterização físico-química, mineral e efeito da adição na reologia da massa e na qualidade sensorial de pães contendo fibra alimentar**. Curitiba, PR: UFPR, 2009, 165p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Paraná, 2009.

PIZINATTO, A., MAGNO, C.P.R., CAMPAGNOLLI, D.M.F, VITTI, P. LEITÃO, R.F.F, Avaliação tecnológica de produtos Derivados de farinha de trigo (pão, macarrão, biscoito)- **Instituto de tecnologia de Alimentos**- CTFP/ITAL- Campinas, novembro de 1993.

ROCHA, D.; PEREIRA JÚNIOR, G.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A.; PINTO, N. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*pereskiaaculeatamiller*) desidratado. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19 n° 4, 2009.

SADEGHI, M. A.; BHAGYA, S. Quality Characterization of Pasta Enriched with Mustard Protein Isolate. **Journal of Food Science**, v.73, n.5, p.s229-s237, 2008.

SANT'ANA, L. F. da R. *et al.* Nutritive value and antinutritional factors of multimixtures used as alternative Foods. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, p.129-135, 2000.

SILVEIRA, A.E.V.G.; SOUZA-SOARES, L.A.; BADIALE-FURLONG, E. Avaliação nutricional de uma massa alimentícia seca à base de plasma bovino. **Alim. Nutr.**, São Paulo, v.11, p.51-65, 2000

SPANHOLI, L.; OLIVEIRA, V. R. Utilização de farinha de albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa degener*) no preparo de massa alimentícia. **Alim. Nutr.**, Araraquara v.20, n.4, out./dez. 2009.

STRUMILLO, C.; KRUDA, T. Drying: principles, applications and design. Gordon and Beach Science Publishers: New York, 1986, 448p.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO. 4ª Edição. Campinas .SP, 2011.

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

TEDRUS, G. A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; SPERANZA, S. M.;CHANG, Y. K.; BUSTUS, F. M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 20-25, 2001.

TIBÚRCIO, D.T.S. **Enriquecimento protéico de farinha de mandioca com farinha de soja de sabor melhorado: desenvolvimento e avaliação nutricional de um novo produto.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

TRINDADE, A.C.S.; DANTAS, R.L.; NASCIMENTO, A.P.S.; ROCHA, A.P.T. Influência do uso de farinha de trigo estabilizada nas características de massa alimentícia integral. VIII Congresso de Iniciação Científica, 2011, Campina Grande, **Anais.**

VACLAVIK, V. A.; CHRISTIAN, E. W. **Essentials of Food Science**.3.ed. Texas: Springer Science, 2008. (Food Science Text Series).

YUAN, X.; WANG, J.; YAO, H. Antioxidant activity of feruloylated oligosaccharides from wheat bran. In: **Revista Brasileira de Zootecnia**. ARAUJO, D. de M. (Ed). Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recriação, v.37, n.1, p.67-72, 2008.

ANEXO 01

ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: ___/___/___

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.

Código da**amostra:** _____

- Gostei extremamente
 Gostei muito
 Gostei moderadamente
 Gostei ligeiramente
 Indiferente
 Desgostei ligeiramente
 Desgostei moderadamente
 Desgostei muito
 Desgostei extremamente

Código da**amostra:** _____

- Gostei extremamente
 Gostei muito
 Gostei moderadamente
 Gostei ligeiramente
 Indiferente
 Desgostei ligeiramente
 Desgostei moderadamente
 Desgostei muito
 Desgostei extremamente

Código da**amostra:** _____

- Gostei extremamente
 Gostei muito
 Gostei moderadamente
 Gostei ligeiramente
 Indiferente
 Desgostei ligeiramente
 Desgostei moderadamente
 Desgostei muito
 Desgostei extremamente

Código da**amostra:** _____

- Gostei extremamente
 Gostei muito
 Gostei moderadamente
 Gostei ligeiramente
 Indiferente
 Desgostei ligeiramente
 Desgostei moderadamente
 Desgostei muito
 Desgostei extremamente

Observações:
