

MARIA CRISTINA DE ALBUQUERQUE BARBOSA

**AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DE MASSAS ALIMENTÍCIAS DE  
FARINHA MISTA DE TRIGO E SOJA SEM LIPOXIGENASES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL

2002

MARIA CRISTINA DE ALBUQUERQUE BARBOSA

**AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DE MASSAS ALIMENTÍCIAS DE  
FARINHA MISTA DE TRIGO E SOJA SEM LIPOXIGENASES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 12 de abril de 2002.

---

Prof. Renato Cruz  
(Conselheiro)

---

Prof. Sebastião Tavares Resende

---

Prof. Afonso Mota Ramos

---

Prof. José Benício Paes Chaves

---

Prof. Maurílio Alves Moreira  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTO**

À Deus, pela paz, serenidade e força em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), pela oportunidade de realizar o curso de doutoramento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao professor Maurílio Alves Moreira pela oportunidade para realização deste trabalho e pela orientação dedicada e ensinamentos.

Aos professores conselheiros Renato Cruz e Maria Goreti de Almeida Oliveira, pelo apoio, orientação e sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

A Luiz Antônio dos Santos Dias e ao professor José Benício Paes Chaves, pelas orientações durante as análises estatísticas.

Aos funcionários do DTA, em especial a Divino, Adão, José Tomaz, Pedro Valente e José Raimundo, pela imprescindível colaboração e amizade.

Aos funcionários do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) pela colaboração.

Aos colegas do curso de pós-graduação/DTA pelo incentivo, apoio e agradável convívio.

Aos amigos do Laboratório de Análises Físico-Químicas (LAFQ)/BIOAGRO, pelo apoio, incentivo e amizade.

Às minhas filhas, Carolina e Victória, pelo amor e carinho.

Ao Luiz Cláudio, pelo estímulo, pelo exemplo e pela compreensão.

A todos que me apoiaram, incentivaram e contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

## CONTEÚDO

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMO .....                                                                  | vii |
| ABSTRACT .....                                                                | x   |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                           | 1   |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....                                                | 2   |
| 2.1. Noções gerais sobre a fabricação de massas alimentícias.....             | 2   |
| 2.2. Processamento de massas alimentícias .....                               | 6   |
| 2.2.1. Processo de fabricação por trefilação .....                            | 6   |
| 2.2.1.1. Mistura .....                                                        | 6   |
| 2.2.1. 2. Amassamento .....                                                   | 6   |
| 2.2.1.3. Extrusão.....                                                        | 7   |
| 2.2.1.4. Secagem.....                                                         | 7   |
| 2.2.1.5. Empacotamento .....                                                  | 8   |
| 2.3. Matérias primas para a fabricação de massas alimentícias.....            | 8   |
| 2.3.1. Farinha de trigo.....                                                  | 8   |
| 2.4. Qualidade das massas alimentícias .....                                  | 9   |
| 2.5. Utilização de farinhas mistas na fabricação de massas alimentícias ..... | 11  |
| 2.5.1. A Soja.....                                                            | 15  |
| 2.5.1.1. Aspectos gerais e composição química.....                            | 15  |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6. O programa de melhoramento genético da qualidade da soja da Universidade Federal de Viçosa..... | 18 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                          | 20 |
| 3.1. Matéria-prima .....                                                                             | 20 |
| 3.2. Preparo da farinha de soja integral .....                                                       | 21 |
| 3.3. Preparo da farinha de soja desengordurada .....                                                 | 21 |
| 3.4. Preparo da farinha mista .....                                                                  | 21 |
| 3.5. Caracterização físico- química da farinha mista.....                                            | 23 |
| 3.5.1. Análises Químicas.....                                                                        | 23 |
| 3.5.1.1. Umidade .....                                                                               | 23 |
| 3.5.1.2. Proteína.....                                                                               | 23 |
| 3.5.1.3. Lipídeos .....                                                                              | 23 |
| 3.5.1.4. Resíduo mineral fixo (cinzas).....                                                          | 24 |
| 3.5.1.5. Carboidratos .....                                                                          | 24 |
| 3.5.1.6. Ácidos graxos .....                                                                         | 24 |
| 3.6. Análises Físicas.....                                                                           | 24 |
| 3.6.1. Propriedades farinográficas.....                                                              | 24 |
| 3.6.2. Propriedades extensográficas .....                                                            | 25 |
| 3.7. Processamento do macarrão.....                                                                  | 26 |
| 3.8. Secagem do macarrão .....                                                                       | 26 |
| 3.9. Armazenamento da massa .....                                                                    | 27 |
| 3.10. Análise da qualidade do macarrão .....                                                         | 27 |
| 3.10.1. Teste de cozimento .....                                                                     | 27 |
| 3.10.2. Tempo de cozimento.....                                                                      | 28 |
| 3.10.3. Absorção de água.....                                                                        | 28 |
| 3.10.4. Perda de sólidos solúveis .....                                                              | 28 |
| 3.11. Teste de aceitação .....                                                                       | 29 |
| 3.12. Caracterização química do macarrão.....                                                        | 31 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 3.12.1. Determinação do conteúdo de isoflavonas .....             | 31 |
| 3.12.2. Determinação de oligossacarídeos solúveis.....            | 32 |
| 3.13. Determinação de acidez aquo – solúvel .....                 | 34 |
| 3.14. Delineamento experimental .....                             | 34 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                   | 35 |
| 4.1. Composição centesimal da matéria prima .....                 | 35 |
| 4.2. Propriedades farinográficas .....                            | 36 |
| 4.3. Propriedades extensográficas.....                            | 48 |
| 4.4. Avaliação da qualidade das massas alimentícias obtidas ..... | 58 |
| 4.4.1 Tempo de cozimento.....                                     | 58 |
| 4.4.2 Absorção de água.....                                       | 62 |
| 4.4.3. Aumento de volume.....                                     | 65 |
| 4.4.4. Perda de sólidos solúveis .....                            | 65 |
| 4.5. Composição centesimal do macarrão .....                      | 70 |
| 4.6. Acidez aquo-solúvel .....                                    | 75 |
| 4.7. Análise sensorial .....                                      | 78 |
| 5. RESUMO E CONCLUSÕES .....                                      | 80 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                   | 83 |
| APÊNDICE .....                                                    | 90 |

## RESUMO

BARBOSA, Maria Cristina de Albuquerque. D.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2002. **Avaliação tecnológica de massas alimentícias de farinha mista de trigo e soja sem lipoxigenases.** Orientador: Maurílio Alves Moreira. Conselheiros: Renato Cruz e Maria Goreti de Almeida Oliveira.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar tecnologicamente uma farinha mista de trigo e de soja melhorada. Foram utilizadas uma linhagem de soja isenta de lipoxigenase (Doko RC TN) e uma variedade comercial contendo lipoxigenase (Doko RC). O produto consistiu de macarrão tipo espaguete preparado a partir da farinha mista de trigo e soja integral e desengordurada com três níveis de substituição de farinha de trigo por farinha de soja, 15%, 25% e 35% . A comparação da composição química das farinhas de soja com a farinha de trigo mostrou que as farinhas de soja contêm mais proteínas, lipídios e cinzas do que a farinha de trigo. A suplementação da farinha de trigo com farinhas de soja integral e desengordurada de Doko RC e de Doko RC TN causaram um aumento na absorção de água por parte das farinhas mistas, cujos valores foram acima de 60%. De acordo com os farinogramas das farinhas mistas observou-se que, quando adicionou farinha de soja integral ou desengordurada o tempo de

mistura da massa, de um modo geral, foi maior quanto maior a porcentagem de farinha de soja. Quando adicionou farinha de soja integral ou desengordurada à farinha de trigo, a estabilidade da mistura apresentou-se menor do que sem adição, e foi tanto menor quanto maior a adição. A qualidade tecnológica da massa é caracterizada pela sua extensibilidade e elasticidade e são verificados através do extensograma. Com a adição de quantidades crescentes de farinha de soja integral ou desengordurada obteve-se valores menores de extensibilidade. Com relação às características tecnológicas das massas alimentícias, observou-se que o tempo de cozimento reduziu quando comparado ao macarrão controle, permanecendo em torno de 7 a 8 minutos, tanto para os macarrões produzidos com farinha integral e desengordurada de soja Doko RC quanto para as massas produzidas com farinha integral e desengordurada de soja Doko RC TN. Quanto à influência do tempo de armazenamento no tempo de cozimento das massas, observou-se uma tendência na redução no tempo de cozimento com o aumento do tempo de estocagem. A absorção de água pelos macarrões foi menor do que para o macarrão controle, os valores variaram em torno de 2,65 a 3,00. Para o parâmetro aumento de volume foi observado que os macarrões apresentaram valores que variaram em torno de 2,70 a 4,00 independente dos níveis de substituição e do tipo de farinha mista de trigo e soja. A perda de sólidos solúveis apresentou-se acentuada para todos os macarrões provenientes das farinhas mistas em todos os níveis de adição. O tempo de armazenamento influenciou significativamente a perda de sólidos solúveis pelos macarrões produzidos com farinhas mistas integrais ou desengorduradas de soja Doko RC e Doko RC TN. Quanto à composição centesimal, obteve-se macarrões com 23 g e 21,7 g de proteína provenientes da adição de 35% de farinha integral de soja Doko RC e de soja Doko RC TN, respectivamente. Os teores totais de isoflavonas nos macarrões (35%) foram de 1,28 mg /g de macarrão proveniente da farinha integral de soja Doko RC e de 3,92 mg/g de macarrão produzido com farinha integral de soja melhorada. Quanto ao teor de rafinose para macarrões produzidos com farinha integral de soja Doko RC os valores foram de 2,50, 2,81 e 4,36 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente.

Para macarrões com farinha integral de soja melhorada os valores foram de 1,57, 2,32 e 3,14 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente. Os valores de estaquiose para macarrões com soja comercial foram 6,09, 10,06 e 16,19 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente. Para macarrões com soja melhorada estes valores foram 6,04, 10,49 e 14,46 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente. A acidez dos macarrões aumentou durante o armazenamento, especialmente para macarrões adicionados de farinha de soja Doko RC TN. Os macarrões produzidos com farinha de soja Doko RC e farinha de soja Doko RC TN obtiveram boa aceitação, situando-se na escala hedônica nas faixas “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

## ABSTRACT

BARBOSA, Maria Cristina de Albuquerque. D.S., Universidade Federal de Viçosa, April, 2002. **Technological evaluation of spaghetti made of wheat flour and soybean flour lacking lipoxygenases.** Adviser: Maurílio Alves Moreira. Committee Members: Renato Cruz and Maria Goreti de Almeida Oliveira.

Spaghetti was prepared from wheat flour blended with 15%, 25% and 35% of nonfatted or whole DOKO RC and DOKO RC TN soybean flours. Supplementing wheat flour caused an increase in farinograph water absorption in all blends. Dough development time and stability were lower for all blends containing DOKO RC or DOKO TN flours, and it was even lower as the percentage of blend increased. A decrease in the elasticity and extensibility of the doughs were obtained for all blends containing different levels of DOKO RC or DOKO RC TN flours. Cooked weight of fortified spaghetti showed a slightly decrease in all levels of supplementation with DOKO RC and DOKO RC TN flours as compared with a standard. Cooking time was significantly lower in all levels of blend with DOKO RC and DOKO RC TN. Cooking loss of all fortified spaghetti was higher as the level of substitution increased. It was observed that cooking loss was the highest for spaghetti made of all blends immediately after

processing and after 30 days of storage. Sensory evaluation data of the fortified spaghetti were statistically analysed and the results showed that the 15% level of DOKO RC TN flour in spaghetti had better score, 7,23. Protein contents of spaghetti made with 15%, 25% and 35% of DOKO RC flour were 17,02%, 20,39% e 23,08%, respectively. Spaghetti fortified with 15%, 25% and 35% of DOKO RC TN flour showed protein levels of 16,56%, 18,85% and 21,50%, respectively. Daidzein and genistein levels were higher for spaghetti and of all blends of DOKO RC TN flours, except for glycitein. Raffinose and stachyose levels were higher for spaghetti fortified with all blends of DOKO RC TN flour.

## 1. INTRODUÇÃO

Parte da farinha de trigo usada na fabricação de massas alimentícias frescas e secas pode ser substituída por farinhas provenientes de fontes alternativas como o milho, sorgo, mandioca ou soja. Porém, a qualidade do produto final não deve ser afetada e o processamento não deve sofrer grandes alterações (EL-DASH & GERMANI, 1994).

As massas alimentícias são obtidas da mistura de semolina de trigo e água formando a massa. Deve-se dar preferência à semolina de trigo duro, pois esta confere à massa melhores propriedades tecnológicas. Outros ingredientes, como o ovo, podem ser adicionados tornando-se melhor o aspecto, a textura, a cor e, ainda, o valor nutritivo.

De acordo com a história, as massas alimentícias tiveram origem no Oriente, destacando-se a 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 o considerado o mais adequado para a produção de massas alimentícias.

Atualmente, as massas alimentícias fazem parte da dieta do brasileiro, sendo, portanto, um alimento adequado para ser enriquecido, com a intenção de melhorar o valor nutricional, sendo de fácil acesso à todas classes sociais.

Na produção de massas alimentícias certos critérios devem ser levados em consideração, tais como: sabor agradável, baixo custo, facilidade no preparo, capacidade de ser estocado por período razoável de tempo sem se deteriorar e o alto valor nutricional (MARCONI et al., 1999).

Há dois modos de melhorar o valor nutricional de um alimento: melhorando a qualidade nutricional do alimento tradicional já existente, ou desenvolvendo novos produtos enriquecidos, utilizando aquela matéria prima. A colocação no mercado de alimentos tradicionais fortalecidos com proteínas ou sais minerais é muito mais facilmente aceita pelo consumidor do que um novo produto. Isto seria o ideal, pois fortifica o alimento, acarretando pouco ou nenhuma alteração nas características sensoriais e comerciais do produto original.

A proteína do trigo, bem com as proteínas do milho, sorgo, arroz, etc., tem um baixo “Protein Efficiency Ratio” (PER) por causa de sua deficiência em lisina e triptofano. A mistura da farinha de milho à farinha de trigo não modificará o seu valor nutricional, porque o milho tem a composição protéica similar á do trigo e é deficiente nos mesmos aminoácidos essenciais. Por isso a substituição parcial das farinhas oriundas de cereais por farinha desengordurada de soja aumenta o valor nutricional da mistura, já que a soja é uma boa fonte do aminoácido lisina.

A soja tem sido a principal fonte de proteína dietética para milhões de pessoas na Ásia, porém o mesmo não pode ser dito para o resto do mundo, onde o consumo direto de soja e seus produtos é ainda muito pequeno, quando se compara ao uso de óleo de soja (LIU, 1997). No ocidente, a rejeição da soja na alimentação humana se deve aos sabores e odores desagradáveis característicos, conhecidos como “beany flavor”, presentes nos produtos protéicos derivados da soja (MOREIRA, 1999; ARAÚJO et al., 1997). A utilização da soja e seus produtos só terão sucesso quando o fator sabor for propriamente controlado, ou até mesmo eliminado. Se a aceitabilidade da soja não for boa, o seu valor nutritivo é de pouca importância.

Com o aumento da população cresce a necessidade do incremento da produção de proteína de alto valor biológico. Como consequência, há um grande incentivo na utilização de proteína vegetal de baixo custo (LIU, 1997). De fato, a soja e seus produtos são uma fonte barata de proteína, minerais, fósforo e vitaminas; além de apresentar um papel importante na saúde humana (GARCÍA et al., 1998). Como resultado disto, a indústria alimentícia vem desenvolvendo vários tipos de produtos à base de soja como farinhas, isolados, concentrados e proteínas texturizada de soja (LIU, 1997).

Massas alimentícias desenvolvidas a partir de misturas de farinhas de trigo e de soja produzem um alimento com o PER superior ao macarrão tradicional, além de apresentar boa qualidade no cozimento. Em outros trabalhos, outras misturas foram testadas e os macarrões apresentaram boa qualidade de cozimento e melhor qualidade nutricional (LEITÃO et al., 1977; PAPE et al., 1982; MILATOVIC & BALLINI, 1996). Tem sido demonstrado que com a utilização da farinha de soja em substituição parcial à de trigo obtém-se produtos de boa qualidade tecnológica e nutricional (EL-DASH & GERMANI, 1994). Alguns estudos já foram realizados visando encontrar o nível máximo de substituição da farinha de trigo por farinha de soja de modo que as características das massas produzidas não fossem alteradas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar tecnologicamente a utilização da farinha de uma linhagem de soja sem as lipoxigenases (LOX 1, 2, 3). Para isto, desenvolveu-se macarrão com níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de soja proveniente da linhagem modificada geneticamente. Os níveis de substituições foram avaliados levando em consideração a qualidade final do produto e a aceitabilidade sensorial.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Noções gerais sobre a fabricação de massas alimentícias**

O Brasil, por influência da imigração italiana, tornou-se um dos grandes produtores e consumidores de massas alimentícias. O consumo de massas alimentícias é disseminado por todas as regiões do Brasil, sendo, hoje, parte do hábito alimentar do brasileiro. Esta popularidade do produto se deve ao fato de ser um processo simples de fabricação, juntamente com seu fácil manuseio e sua estabilidade durante o armazenamento (CIACCO & CHANG, 1986).

Massa alimentícia é o produto obtido pela mistura da farinha ou semolina de trigo com água fria ou quente, podendo conter outros ingredientes que lhe dêem coloração, aroma e conservantes. A massa não sofre fermentação ou aeração durante o processamento.

As massas alimentícias podem ser classificadas quanto ao teor de umidade e quanto ao formato. Segundo o teor de umidade as massas alimentícias são classificadas em :

- massa fresca – passa por um processo parcial de secagem, sendo que a umidade fica em torno de 30%;
- massa seca – a massa é submetida ao processo completo de secagem, chegando o teor de umidade a 12-13%.

Quanto ao formato as massas alimentícias são classificadas em:

- massa longa – espaguete, talharim, ninho e lasanha;
- massa curta – parafuso e cocha;
- massinha – alfabeto e estrelinha.

Segundo a composição as massas são classificadas em :

- massa mista – massa proveniente de uma mistura de farinha de trigo e outras farinhas;
- massa glutinada – massa preparada com farinha de trigo acrescentada de glúten;
- massa recheada – massa que contém variados recheios, como por exemplo, canelone, ravióli e capelete (EL-DASH & GERMANI, 1994).

A qualidade das massas depende da qualidade da farinha e da água usadas na fabricação, assim como da eficiência da secagem e da conservação do produto final. 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 & GERMANI, 1994). A diferença do trigo durum em relação a outras variedades é que este tem um maior conteúdo de cinzas e de pigmentos carotenóides. O seu endosperma duro e translúcido o torna ideal para a produção de massas (PEREIRA, 1990; ATWELL, 2001).

Uma massa de boa qualidade deve ter um aspecto uniforme, semitransparente e dura. O aroma e o sabor devem ser característicos de massa não fermentada. A massa quando colocada na água não deverá turvá-la antes de ficar cozida e não poderá estar fermentada ou rançosa (EL-DASH & GERMANI, 1994).

Depois da Itália e dos EUA, com produção de macarrão de 2,9 e 11,6 milhões de toneladas, respectivamente, o Brasil é o terceiro produtor mundial chegando a 1,03 milhões de toneladas. Comparando o consumo per capita do

brasileiro, 6,1 kg, com o italiano, 28 kg, conclui-se que esse número pode crescer (PINAZZA & ALIMANDRO, 1999).

## **2.2. Processamento de massas alimentícias**

O processamento das massas alimentícias consiste basicamente nas etapas de mistura, do amassamento, da moldagem e da secagem. A moldagem da massa pode ser feita por meio da trefilação ou da laminação, dependendo do tipo de produto desejado e dos equipamentos disponíveis. Para massas secas, normalmente, o processo de trefilação é mais usado, enquanto que as massas frescas, normalmente, utilizam o processo de laminação (PEREIRA, 1990).

### **2.2.1. Processo de fabricação por trefilação**

#### **2.2.1.1. Mistura**

É a etapa da homogeneização dos ingredientes secos (farinhas e aditivos) com os ingredientes líquidos (água e ovos). A quantidade de água a adicionar é ajustada dependendo da variedade do trigo, do teor de proteína da farinha, da umidade inicial e da granulometria da farinha, ou seja, depende das propriedades da farinha de trigo.

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.

#### **2.2.1.2. Amassamento**

A etapa de amassamento pode ser feita em batelada ou de forma contínua, sendo que neste último, o amassamento é realizado no canhão do extrusor.

Nos equipamentos mais modernos, o produto final apresenta uma aparência translúcida e homogênea, e isto se deve ao fato de que o amassamento

ser realizado sob vácuo, resultando na ausência de bolhas de ar na massa. A presença de bolhas de ar na massa dá origem a pequenos pontos esbranquiçados no produto final, e, além disso, o macarrão torna-se menos resistente às quebras.

#### **2.2.1.3. Extrusão**

Nesta etapa a massa é forçada, por uma rosca sem fim, a passar pela trefila e esta dá a forma desejada da massa.

Durante o processo uma 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.

À medida que o macarrão sai da trefila este é cortado por facas rotativas acopladas na parte externa da matriz. A velocidade de rotação dessas facas é controlada por um motor independente e esta velocidade determinará o tamanho da massa que seguirá para a etapa de secagem.

#### **2.2.1.4. 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 a sua qualidade e, por outro lado, a secagem muito lenta acarreta alterações microbiológicas e bioquímicas, danificando o produto.

O processo de secagem divide-se em pré-secagem, fase de repouso e a secagem propriamente dita. O processo de secagem deve ser adaptado para cada produto. Na pré-secagem a umidade do produto chega a 25% e o macarrão é, ainda, flexível mas a adesão entre eles é reduzida e evita a deterioração microbiana e enzimática. Na fase de repouso, que dura cerca de uma a uma hora

e meia, a circulação de ar é desligada e a umidade relativa é mantida em torno de 95-100%. Nesta etapa não ocorre evaporação da água e o equilíbrio da umidade da superfície e do interior da massa acontece. Após esta fase, o produto vai para a secagem final. A secagem acontece num secador contínuo com várias câmaras de umidade relativa controlada. A umidade do produto é reduzida para 12-13%.

#### **2.2.1.5. Empacotamento**

O produto quando sai do secador é deixado resfriar à temperatura ambiente. As massas são embaladas para manter o produto livre de contaminação e para protegê-lo de danos causados durante o transporte e estocagem.

### **2.3. Matérias primas para a fabricação de massas alimentícias**

A qualidade das massas alimentícias depende do processamento e da qualidade das matérias primas utilizadas na produção.

#### **2.3.1. Farinha de trigo**

Tecnologicamente, a semolina é a matéria prima mais adequada para a fabricação de massas secas. A semolina é a farinha proveniente do trigo tipo “Durum”, a qual é obtida por meio de um processo especial. O trigo tipo “Durum” é produzido principalmente na Europa e na América do Norte. No Brasil não se produz este tipo de trigo devido as condições desfavoráveis do solo e de clima (KENT, 1983; EL-DASH & GERMANI, 1994).

No processo de moagem do trigo duro para obtenção de semolina com rendimento máximo e mínima quantidade de farinha, o trigo é acondicionado de maneira tal que o endosperma tenha cerca de 15% de umidade e a casca tenha 18% de umidade. Esta diferença de umidade é importante pois minimiza a quebra da casca e consegue-se uma separação do endosperma e da casca.

Para a moagem do trigo “Durum” utiliza-se um sistema com seis ou sete rolos, ocorrendo uma ligeira moagem nos primeiros estágios. A semolina liberada é separada de acordo com o tamanho das partículas e é purificada por um sistema muito elaborado no qual se consegue separar bastante semolina dos fragmentos de casca. Com este sistema de obtenção de semolina, trigo “Durum” de boa qualidade rende 70% de semolina e somente 5 a 6 % de farinha (ABECASSIS, 2001).

Geralmente, a semolina possui uma granulometria que está na faixa de 142 a 488  $\mu\text{m}$ , sendo de preferência entre 200 a 300  $\mu\text{m}$ . A presença de partículas muito finas leva ao desenvolvimento de estresse térmico durante a produção da massa, acarretando numa desnaturação protéica. Por outro lado, a presença de partículas grandes (acima de 500  $\mu\text{m}$ ) causa o aparecimento de manchas na massa seca, devido a não absorção de água (KENT, 1983).

No Brasil considera-se semolina a fração proveniente da moagem do trigo limpo e degerminado, compreendendo as partículas que passam pela peneira número 40 (420  $\mu\text{m}$ ) e são retiradas pela peneira 60 (250  $\mu\text{m}$ ). Entretanto, este produto não é encontrado no mercado e, em seu lugar, é utilizada a farinha especial, que possui uma granulometria maior que a farinha comum (EL-DASH & GERMANI, 1994). As qualidades da semolina para a produção de massas alimentícias são: ausência de fragmentos da casca, pigmentação amarela, conteúdo protéico entre 11,5 a 13% e uma baixa contagem microbiológica (KENT, 1983).

## **2.4. Qualidade das massas alimentícias**

A qualidade das massas alimentícias pode ser avaliada pela aparência, cor e qualidade de cozimento, porém, não há procedimento padronizado para estes indicadores. Qualidade de massa alimentícia é tão subjetiva que o que é aceitável para um país não é, necessariamente, aceitável em outro (DONNELLY, 1991). Na Itália, a qualidade do macarrão é avaliada por meio de indicadores subjetivos como pegajosidade, resistência à mastigação e adesividade do macarrão cozido.

Nos Estados Unidos, ao contrário, a avaliação da qualidade do macarrão envolve procedimentos objetivos que não, somente, avaliam a qualidade do macarrão mas, também, a matéria prima utilizada na sua fabricação (DONNELLY, 1991).

A qualidade final do macarrão, como aparência e qualidade de cozimento, depende da qualidade da semolina usada na produção do macarrão. Sabe-se que a qualidade da semolina sofre influência da composição bioquímica e do estado físico da semolina (granulometria) (ABECASSIS, 2001).

Com respeito a aparência do macarrão, a taxa de extração da semolina afeta a cor do macarrão. A medida que se aumenta o nível de extração se introduz partículas da camada de aleurona, que é, rica em peroxidases e polifenoloxidasas. Esta farinha produz macarrão com coloração marrom e com instabilidade na cor. A cor amarela da massa alimentícia continua sendo uma característica da variedade do trigo usado e não é influenciada por condições de moagem. Isto se deve ao fato de que a distribuição dos pigmentos responsáveis pela cor amarela está por todo o grão (ABECASSIS, 2001).

As características de cozimento das massas alimentícias são os testes finais na determinação de sua qualidade. De modo geral, o macarrão cozido não deve ser nem mole nem duro. Este deve manter sua forma durante o cozimento e ser firme ao mastigar. O tempo de cozimento dá a noção da velocidade de cozimento e tolerância ao supercozimento (DONNELLY, 1991).

A qualidade de cozimento é avaliada pela absorção de água, pelo aumento de volume, pelo tempo de cozimento e pela perda de sólidos solúveis. A absorção de água é a medida da capacidade da massa de absorver água durante o cozimento e deve ser três vezes o peso do macarrão seco (DONNELLY, 1991). A perda de sólidos solúveis é a porcentagem de sólidos perdidos na água de cozimento.

Alguns trabalhos tem mostrado uma correlação positiva entre qualidade de cozimento e quantidade e qualidade da proteína (DEXTER & MATSUO, 1980; GRZYBOWSKI & DONNELLY, 1979). Em geral, os trabalhos mostram que a semolina com alto teor de proteína e com glúten forte produz massas com melhor

qualidade de cozimento do que semolina com baixo teor de proteína e glúten fraco (DONNELLY, 1991).

Devido a correlação positiva entre glúten forte e melhoria da qualidade de cozimento da massa, muitas pesquisas tem sido realizadas para o desenvolvimento e interpretação de testes empregados para estudos relacionados com a qualidade do glúten e qualidade das massas alimentícias. Os testes de relevância usados para predizer a qualidade da massa alimentícia, normalmente, são os farinográficos, os extensográficos, “wet” glúten, sedimentação, eletroforese e cromatografia (DONNELLY, 1991; MATSUO, 1994).

## **2.5. Utilização de farinhas mistas na fabricação de massas alimentícias**

O programa de incorporação de farinhas mistas com o objetivo de substituir parcialmente a farinha de trigo para reduzir as importações começou na década de 60. Assim, muitas pesquisas foram desenvolvidas com o propósito de substituir a farinha do trigo por outras farinhas, de produção nacional, em massas alimentícias, biscoitos e produtos de padaria (LEITÃO et al., 1977; ZANDONADI, 1983; EL-DASH, 1983).

Tais pesquisas avaliavam as características reológicas, as características químicas, a aceitabilidade e o valor nutricional dos produtos provenientes das farinhas sucedâneas (CARVALHO, 1995).

Na década de 80 com o corte do subsídio às importações de trigo e o mercado agindo livremente, o programa nacional de substituição parcial da farinha de trigo foi extinto. Atualmente, as pesquisas de farinhas mistas estão mais direcionadas para a melhoria da qualidade nutricional de produtos que são consumidos amplamente pela população carente, para melhoria do estado nutricional (TIBÚRCIO, 2000).

Para a utilização de farinhas mistas na produção de massas alimentícias é preciso levar em consideração as características das farinhas sucedâneas para se reduzir ao máximo os efeitos da substituição e, portanto, se obter massas com cor

aceitável, boa textura, sabor agradável e baixa perda de sólidos durante o cozimento.

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

As farinhas mistas podem ser do tipo amiláceo, quando contém altos níveis de amido, ou proteináceas, as quais contém altos níveis de proteína.

As farinhas amiláceas são provenientes da adição de farinhas de milho, sorgo, mandioca e outras menos comuns como inhame, tritcale e cará . Cada uma dessas farinhas tem características próprias e podem ser adicionadas até o nível de 30% sem causar alterações significativas no produto final.

A viabilidade do uso de farinha de tritcale em mistura com farinha de trigo foi estudada por PAPE et al. (1982) utilizando 20% de substituição na produção de massas alimentícias. Os resultados indicaram que as massas não diferiram das massas comerciais quanto ao sabor e textura. MARADINI FILHO (1983) estudando a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de tritcale, em diferentes níveis de mistura, na produção de macarrão, concluiu que, até certa proporção, é tecnicamente viável a fabricação de massas alimentícias.

LEITÃO et al. (1977) avaliaram dois tipos de farinhas mistas no preparo de massas alimentícias. Uma mistura era formada por 50% de semolina e 50% de farinhas de milho, de soja e de mandioca pré- gelatinizadas. A outra mistura era formada com os 50% das mesmas farinhas não gelatinizadas. Os resultados das análises químicas, físicas e sensoriais mostraram a viabilidade de utilização de ambas misturas sem alteração substancial no processamento.

Quanto a adição de farinhas amiláceas à farinha de trigo, a farinha de raspa de mandioca é a mais desejada, pois é branca, homogênea e possui uma granulometria bem fina. A adição desta farinha afeta a absorção de água da massa sem alterar sua cor ou seu sabor.

As massas substituídas com farinha de milho possuem um sabor agradável e uma cor amarela desejável, sendo bem aceita pelos consumidores.

A farinha de sorgo confere uma pigmentação marrom à farinha mista, devido a presença de taninos no sorgo. Uma maneira de solucionar o problema é usar variedades de sorgo com baixo teor de taninos. Neste caso também a granulometria afeta a cor das massas, por exemplo, farinha de sorgo mais fina produz massas mais escuras. Porém, farinha de sorgo mais grosseira confere uma sensação de arenosidade ao comer. Esta sensação é reduzida quando se utiliza variedades mais moles (farináceas) de sorgo ao invés de variedades mais duras (córneas). As variedades córneas tornam as massas muito duras fazendo com que se prolongue o tempo de cozimento (EL-DASH & GERMANI, 1994).

Normalmente, as massas produzidas com farinhas amiláceas tendem a perder mais sólidos durante o cozimento. Estas alterações da qualidade podem ser mais ou menos severas dependendo da qualidade da farinha de trigo. Farinhas amiláceas não são usadas em níveis superiores a 30% na produção de massas alimentícias, devido a ausência de glúten. Para suprir a deficiência de glúten algumas modificações devem ser realizadas no processamento. O glúten proporciona uma adequada coesão da massa, permitindo a modelagem durante a extrusão e reduzindo a quebra durante a secagem.

Muitas pesquisas vem sendo desenvolvidas no sentido de superar os problemas oriundos da adição de farinhas amiláceas à farinha de trigo na produção de massas alimentícias. Uma maneira de adequar parte da substituição da farinha de trigo é o pré- cozimento da farinha amilácea antes da mistura. A gelatinização parcial do amido modifica as características de coesão da massa. O pré- cozimento melhora a qualidade de cozimento da massa e a aceitação do produto pelos consumidores.

As farinhas proteináceas compreendem as farinhas de leguminosas em geral, sendo as farinhas de soja as mais comuns no mercado.

A utilização da farinha de soja juntamente com a farinha de trigo na produção de massas aumenta consideravelmente o valor nutricional do produto.

LEITÃO et al. (1977) prepararam macarrão com semolina, soja e milho na proporção de 30:30:40, respectivamente. O macarrão apresentou um teor protéico de 21%, enquanto o macarrão contendo apenas semolina exibiu um teor de 13% de proteína. O valor de PER (Taxa de Eficiência Protéica) do macarrão enriquecido foi de 2,25, enquanto o da caseína, a proteína usado como padrão foi de 2,50.

De acordo com SALLES (1980), quando se adiciona, 10% de farinha de soja (integral ou desengordurada) à farinha de trigo, o valor biológico dos produtos como pão e macarrão, alcança 80% em relação à caseína. Segundo EL-DASH et al. (1994), a incorporação da soja ao pão aumenta tanto a qualidade quanto a quantidade de proteína. A adição de apenas 12% de farinha de soja desengordurada, com teor médio de 52% de proteína, à farinha de trigo eleva o conteúdo protéico de 11 para 16%.

MILATOVIC & BALLINI (1986) utilizaram farinha de trigo e farinha de arroz nas proporções de 30 a 60% mais o isolado protéico de soja na proporção de 3% ou 10% para a produção de massa curta. Os resultados indicaram que as características de cocção e valores nutricionais foram satisfatórios.

BAHNASSEY et al. (1986) prepararam espaguete fortificado com semolina de trigo com farinhas de feijões e seus concentrados protéicos. Os resultados mostraram que as massas apresentaram melhor balanceamento de lisina, aminoácidos sulfurados e minerais que a massa produzida somente de semolina.

Os indicadores de qualidade avaliados na farinha de soja empregada na produção de massas são o índice de proteína dispersível (NSI), a cor e os conteúdos de proteína, de fibra e de cinzas. O NSI exerce influência na cor da farinha. Farinhas de soja com NSI de 32% produzem massas de cor escura e desagradável, mas este problema pode ser superado utilizando farinhas com NSI igual ou superior a 50%. O sabor, também, é influenciado pelo NSI que, se for acima de 65%, acarretará no aparecimento do sabor amargo as massas e, se for abaixo de 20%, aparece o sabor de tostado, que é pouco aceitável.

O tipo de farinha de soja influenciará as características físicas, o sabor, o aroma e o comportamento das massas durante o cozimento.

## 2.5.1. A Soja

### 2.5.1.1. Aspectos gerais e composição química

A soja (*Glycine max*) é uma leguminosa originada na China e é considerada uma das culturas mais antigas já cultivadas pelo homem. Porém, a soja só vem sendo utilizada na alimentação animal e humana após a segunda guerra mundial (VIOLA, 1999).

Cerca de 50 anos atrás, a soja era produzida numa área bem restrita da Ásia e usada nas preparações de alimentos tradicionais como tofu, miso, nato e tempeh. Na década de 50, a soja tornou-se uma das mais importantes fontes de óleo comestível e de proteína, para a indústria de rações. Atualmente, a soja é, reconhecidamente, uma fonte econômica de proteína alimentar numa grande variedade de produtos como concentrados e isolados protéicos, proteína texturizada, extrato hidrossolúvel e produtos à base de soja bem como os produtos tradicionais (KITAMURA, 1994).

A soja é um das maiores commodities agrícola e seu valor econômico se deve a sua composição química. A produção mundial de soja é de 160 milhões de toneladas por ano. Os principais países produtores são os Estados Unidos, produzindo 50% desse total, o Brasil, com 20%, a Argentina, com 11%, a China, com 9% e o Paraguai, com 2%.

Apesar do Brasil ser o segundo maior produtor de soja em grãos, o seu consumo interno per capita para alimentação humana é baixo.

A soja que é uma rica fonte de proteínas e lipídeos, só é consumida pela população ocidental, basicamente, na forma de óleo e seus derivados, como a margarina e a gordura hidrogenada, de extrato hidrossolúvel, de proteína texturizada na alimentação escolar e cada vez mais, na forma de ingredientes funcionais para produtos industrializados (MOREIRA, 1999).

Em média, a soja apresenta de 30 a 45% de proteínas, de 15 a 25% de lipídeos, de 30 a 35% de carboidratos e cerca de 5% de cinzas. Em média, óleo e proteína constituem cerca de 60% do peso seco da soja (LIU, 1997).

Os grãos de soja apresentam uma quantidade de proteína relativamente alta e esta proteína é de alto valor biológico (EL-DASH et al., 1994). Comparando as leguminosas, a soja tem o maior conteúdo protéico, cerca de 40%, as outras leguminosas têm entre 20 e 30%.

A proteína de soja contém todos os aminoácidos essenciais que o ser humano necessita. Os aminoácidos limitantes da soja são a metionina e a cisteína, e é rica em lisina. Comumente, as leguminosas são deficientes em aminoácidos sulfurados. A proteína de soja pode ser usada para complementar as proteínas dos cereais, porque a soja é rica em lisina, que é limitante nos cereais, e os cereais, por sua vez, é uma boa fonte de aminoácidos sulfurados (LIU, 1997).

Dos produtos protéicos de soja, o farelo, na sua maioria, é utilizado na alimentação de aves, suínos e bovinos. Cerca de 2% do farelo de soja é utilizada para se obter 3 produtos básicos: farinhas com cerca de 50% de proteínas, concentrados protéicos, com cerca de 70%, e isolados protéicos, com 90% (MOREIRA, 1999). A farinha de soja integral é o produto derivado de mais simples obtenção e pode ser definida como um produto obtido do grão sem processo de extração, portanto, contendo todo o óleo original dos grãos (EL-DASH et al., 1994).

Farinhas, concentrados e isolados protéicos de soja podem ser processados em produtos texturizados e, ainda, podem ser utilizados como ingredientes fundamentais na indústria de alimentos.

Na panificação, os produtos derivados de soja podem ser usados como clarificadores de farinha de trigo e como agentes melhoradores de panificação e de conservação. São usados, também, como ingredientes protéicos em embutidos, enlatados, sobremesas e queijos, com a função de retenção de sabores, de emulsificantes e melhoradores de textura (MOREIRA, 1999).

O óleo de soja é líder mundial dos óleos vegetais e representa cerca de 20 a 24% de todas as gorduras e óleos consumidos mundialmente. No Brasil este número é acima dos 50% de todos os óleos e gorduras. O óleo de soja é utilizado

na alimentação humana para cocção e frituras, para produção de margarinas e de gorduras vegetais.

Geralmente, as leguminosas têm menos de 10% de lipídeos, ao contrário, a soja tem cerca de 20%. A soja é uma rica fonte de ácidos graxos poliinsaturados como ácido linoleico e ácido linolênico. O ácido linolênico contribui com cerca de 53% do conteúdo total de ácido graxo no óleo, enquanto, o ácido linolênico representa aproximadamente 8 a 12% (LIU, 1997; MOREIRA, 1999). O alto teor de ácido linolênico no óleo de soja é responsável pela baixa estabilidade oxidativa dos produtos derivados.

A preocupação com os benefícios dos alimentos à saúde humana está crescendo no mundo inteiro, e é uma preocupação tanto dos consumidores como da indústria de alimentos e do governo. No mundo há um reconhecimento crescente do valor da proteína de soja e dos componentes fitoquímicos que ocorrem na soja como substâncias benéficas à saúde.

Os compostos fitoquímicos da soja são os inibidores de proteases, fitatos, isoflavonas, saponinas, ácidos fenólicos, lecitina e ácidos graxos insaturados ômega 3. Estes compostos atuam na prevenção de osteoporose, diabetes, doenças coronarianas, redução dos sintomas da menopausa, redução dos níveis séricos de colesterol e inibição de diversos tipos de câncer. Sabe-se também que estes compostos atuam de forma sinérgica (THIS et al., 2001).

Pesquisas indicam que o consumo diário de 50 mg de isoflavonas protege o organismo de certas formas de câncer. O consumo de 100 a 300 mg de isoflavonas apresenta um efeito terapêutico (BARNES et al., 1999).

Tem sido, também, comprovado que o consumo diário de proteína de soja promove o aumento de HDL e redução de LDL no sangue. Os povos asiáticos consomem, em média, 30 a 50 vezes mais proteína de soja do que os ocidentais e, como resultado, a incidência de doenças cardiovasculares é menor nos orientais. Há vários trabalhos científicos relatando que mulheres japonesas e chinesas, por terem uma dieta rica em proteína de soja, apresentam as menores taxas de câncer de mama do mundo. Os chineses apresentam um risco de câncer de próstata de apenas de 2%, muito menos do que se observa nos povos ocidentais. Outros

estudos têm demonstrado uma ação benéfica da proteína de soja na regulação do ciclo menstrual das mulheres.

Apesar de todos estes fatores favoráveis, a soja apresenta características que limitam o seu uso na alimentação dos povos ocidentais. Uma delas e, talvez, a mais importante é o seu sabor típico chamado “beany flavour”. Esse sabor está relacionado à presença de aldeídos produzidos durante o processamento do grão. Os aldeídos são produtos secundários da oxidação de ácidos graxos, catalisado por um grupo de isozimas que estão presentes no grão, denominadas lipoxigenases (EVANGELISTA & REGITANO-d’ARCE, 1997). Além de alterar o sabor da soja, os produtos da oxidação dos ácidos graxos provocam rancificação do óleo e com isto diminuem a vida de prateleira dos alimentos derivados de soja.

Além destes, as isoflavonas contribuem, também, para o intenso gosto amargo e adstringente dos produtos de soja. O limiar de detecção para cada isoflavona, sendo os valores em mM, foram de  $10^{-3}$  para daidzeína,  $10^{-2}$  para daidzina, de  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$  para derivados de daidzina,  $10^{-4}$  para gliciteína,  $10^{-3}$  para glicitina e  $10^{-5}$  para derivados de glicitina (ARAÚJO et al., 1997).

## **2.6. O programa de melhoramento genético da qualidade da soja da Universidade Federal de Viçosa**

A eliminação genética de lipoxigenases dos grãos de soja é de grande interesse pois estas enzimas estão diretamente relacionadas com a produção de sabores desagradáveis nos produtos de soja.

As lipoxigenases (LOX) (E.C.1.13.11.12 linoleato-oxirredutase) são enzimas que catalisam a incorporação de moléculas de oxigênio nos ácidos graxos polinsaturados que possuem o sistema cis, cis, 1-4-pentadieno (EVANGELISTA & REGITANO-d’ARCE, 1997).

A oxidação de ácidos graxos polinsaturados produz hidroperóxidos, que são moléculas bastante instáveis e se fragmentam em aldeídos, cetonas e álcoois. Durante o processo de oxidação via lipoxigenases, radicais livres são formados,

os quais podem atacar outros constituintes do alimento (LIU, 1997; CARVALHO, et al., 1999).

Outros aspectos da qualidade da soja, para consumo humano, e que são considerados relevantes pela indústria de alimentos são: cor do hilo e do cotilédone, teor e qualidade da proteína, teores de rafinose e estaquiose, responsáveis por flatulência em humanos, teor de ácido linolênico no óleo e níveis de inibidores de proteases, responsáveis pela redução da absorção de proteínas dos alimentos, acarretando deficiências nutricionais (OLIVEIRA, 1996).

O programa de melhoramento da qualidade da soja da Universidade Federal de Viçosa conseguiu eliminar essas enzimas do grão da soja por meio de cruzamentos entre variedades comerciais e mutantes silvestres que não continham essas enzimas. O programa vem obtendo linhagens de melhor sabor, uma alternativa viável para o desenvolvimento de produtos à base de soja de maior aceitabilidade para consumo humano.

As linhagens, além de apresentarem ausência completa das lipoxigenases (triplo nulas), possuem hilo e tegumentos claros e apresentam ausência de inibidores de proteases Kunitz, às quais estão sendo incorporadas genes para altos teores de proteínas e baixos níveis de ácido linolênico. Fatores relacionados à produtividade e adaptação dos cultivares a espectro mais amplo de condições ambientais, bem como resistência às doenças, também, são estudados neste programa (MOREIRA, 1999).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, no Laboratório de Amidos e Farinhas e no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos e no Laboratório de Análises Bioquímicas do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO).

#### **3.1. Matéria-prima**

A linhagem de soja utilizada para o trabalho foi fornecida pelo programa de melhoramento da qualidade da soja, em desenvolvimento no BIOAGRO, sendo usada na produção de farinha de soja integral e desengordurada. A linhagem utilizada foi a DOKO RC triplo nulo (DOKO RC TN), que é derivada do cruzamento entre uma variedade Doko RC e uma linhagem contendo alelos nulos para as lipoxigenases, obtida no programa de melhoramento da qualidade da soja do BIOAGRO, designada Paranagoiana TN. A variedade comercial utilizada foi Doko RC, fornecida pela Fazenda Farroupilha, Patos de Minas, cultivada no ano agrícola 1999/2000.

A farinha de trigo foi obtida no comércio local de Viçosa/MG, classificada como farinha de trigo tipo especial “Boa Sorte”, produzida por moinho Ilhéus Ltda. para a Santista Alimentos.

### **3.2. Preparo da farinha de soja integral**

A farinha de soja integral foi produzida segundo o fluxograma apresentado na Figura 1. A farinha integral foi obtida de grãos de soja selecionados, passando por um processo de limpeza, com separação das impurezas, sendo a seguir submetidos a um tratamento térmico para facilitar o descascamento. Os grãos de soja foram submetidos a uma temperatura de 80°C por 30 minutos, em tacho aberto a vapor, e, depois de resfriados, foram descascados em moedor de discos, com abertura suficientemente larga para provocar somente uma fricção nos grãos e conseqüente retirada das cascas. A separação das cascas foi feita por peneiramento manual, e seguiu-se a moagem em moinho de martelo.

### **3.3. Preparo da farinha de soja desengordurada**

Cerca de 13 kg de farinha integral de soja DOKO RC comercial e de farinha de soja DOKO RC TN foram desengorduradas por meio de extrator Soxhlet usando hexano (PE 40-60°C) como solvente.

### **3.4. Preparo da farinha mista**

A partir das 4 farinhas de soja DOKO RC e DOKO RC TN (integral e desengordurada) obtidas anteriormente foram preparadas as farinhas mistas. As farinhas mistas foram obtidas com 3 níveis, 15, 25 e 35%, de farinha de soja na mistura.

Para um total de 9 Kg de cada mistura, as farinhas de trigo e de soja foram misturadas numa bateadeira vertical marca SUPREMA por 10 minutos. Cada farinha mista foi embalada em sacos de polipropileno e estocada a 4°C até sua utilização no preparo do macarrão.

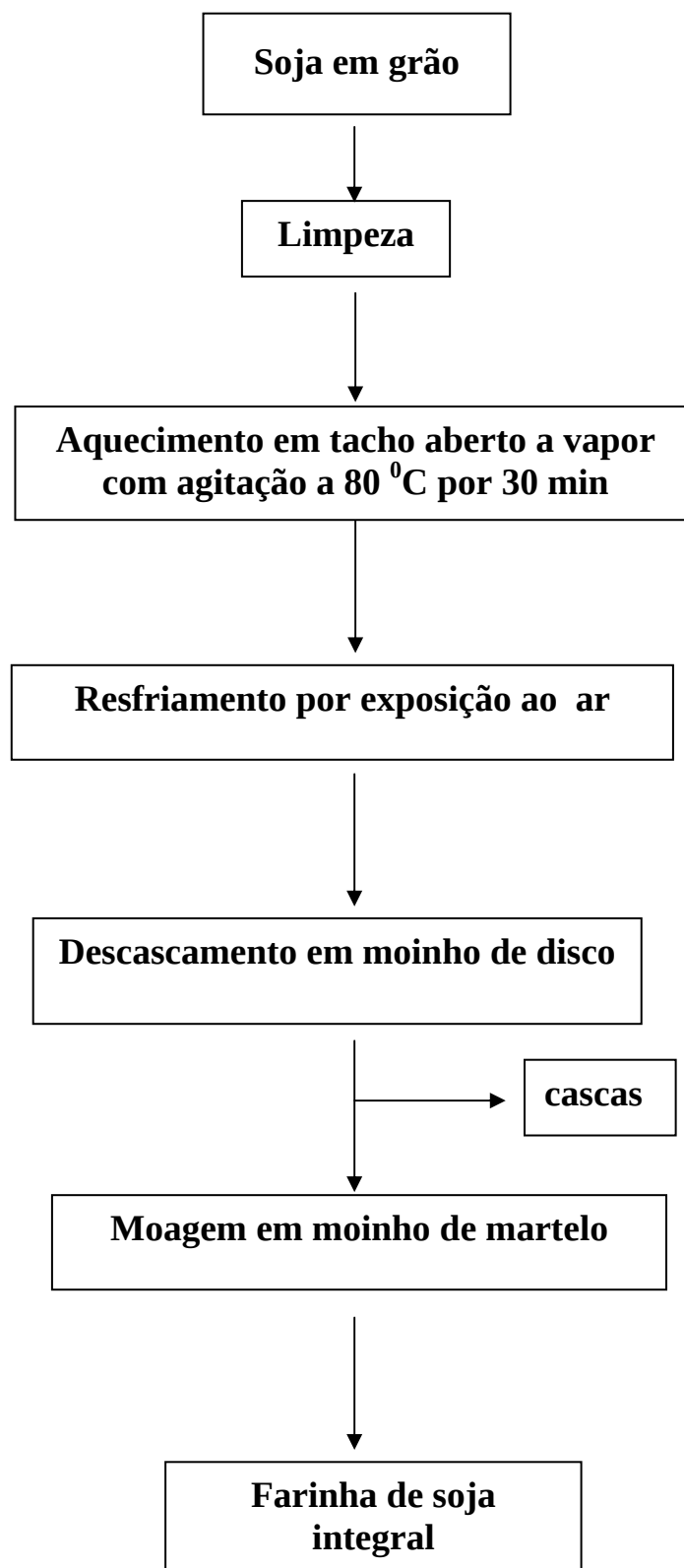


Figura 1- Fluxograma de obtenção da farinha integral de soja.

### **3.5. Caracterização físico- química da farinha mista**

#### **3.5.1. Análises Químicas**

##### **3.5.1.1. Umidade**

O teor de umidade foi determinado por dessecação até peso constante, em que, em torno de 1,0 g da amostra foi colocado em placa de Petri, em estufa a 105<sup>0</sup>C, conforme o método da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 1984).

##### **3.5.1.2. Proteína**

O conteúdo de proteína foi determinado pela quantificação do nitrogênio total da amostra, utilizando-se o destilador semimicro Kjeldahl, de acordo com AOAC (1984). A amostra foi digerida com ácido sulfúrico concentrado, em excesso, na presença de catalisadores. Após a digestão, basifica-se com NaOH, para destilação da amônia formada. O gás amônia liberado é recolhido em 25 mL de ácido bórico com indicador misto de Tashiro, o qual é titulado com HCl 0,05 N, previamente padronizado. O teor de nitrogênio foi convertido em proteína, multiplicando-se o valor encontrado pelo fator 6,25.

##### **3.5.1.3. Lipídeos**

O teor de lipídeos foi determinado pelo método intermitente de Soxhlet, de acordo com a AOAC (1984). O método é quantitativo e baseia-se na extração da fração lipídica da amostra com éter de petróleo. Após a extração, é feita a remoção do solvente e determina-se gravimetricamente a a quantidade de lipídeo na amostra.

#### **3.5.1.4. Resíduo mineral fixo (cinzas)**

A determinação de cinzas foi realizada por incineração das amostras em mufla à temperatura de cerca de 550 °C, até obtenção de cinzas claras, de acordo com o método descrito pela AOAC (1984).

#### **3.5.1.5. Carboidratos**

O conteúdo de carboidratos foi obtido pela diferença da massa total dos teores de proteínas, de lipídeos, de umidade e de cinzas de cada amostra.

#### **3.5.1.6. Ácidos graxos**

O conteúdo de ácidos graxos da soja DOKO RC e da soja DOKO RC TN foram determinados por cromatografia gasosa segundo JHAM et al. (1982).

### **3.6. Análises Físicas**

A avaliação das propriedades reológicas das farinhas mistas foi baseada nas propriedades farinográficas e extensográficas.

#### **3.6.1. Propriedades farinográficas**

O farinógrafo é o aparelho usado para avaliar a qualidade da farinha no que se refere à sua capacidade de absorver água e resistir ao amassamento durante o processo de fabricação de pães e derivados.

Para a obtenção dos farinogramas, utilizou-se o farinógrafo Brabender, obtendo-se, inicialmente, a curva de titulação, pela qual se determina a absorção de água pela farinha, e, posteriormente, o farinograma completo. O farinograma foi obtido utilizando-se 300 g de farinha mista mais a quantidade de água

determinada pela curva de titulação (EL-DASH et al., 1979). Assim, os índices avaliados do farinograma foram:

**Absorção de água:** foi medida por meio da curva de titulação, que consiste em adicionar água na farinha até que a curva formada tenda a permanecer na linha dos 500 UF (unidades farinográficas).

**Tempo de chegada:** é tempo gasto para a chegada da curva na linha dos 500 UF.

**Tempo de saída:** é o tempo gasto do início da operação até a saída da curva da linha dos 500 UF.

**Estabilidade:** é o tempo em que a curva que forma o gráfico permanece na linha dos 500 UF, ou é a diferença entre o tempo de chegada e o tempo de saída.

**Tempo de desenvolvimento da massa:** ou “tempo de pico”, é o tempo decorrido entre o tempo de início da operação até o tempo em que a curva atingiu o ponto máximo.

**Índice de tolerância (MTI):** é a diferença em UF entre o pico e a linha superior do gráfico medida após 5 minutos de o pico ter sido atingido.

### 3.6.2. Propriedades extensográficas

O extensógrafo é o aparelho usado para avaliar as características de elasticidade e extensibilidade de uma massa feita com farinha de trigo, água e sal e, conseqüentemente, a sua capacidade de retenção de gás durante o processo de fermentação, além do grau de plasticidade dessa massa e da maior ou menor facilidade de extrusão na produção de macarrão. Os extensogramas foram obtidos pelo extensógrafo Brabender, avaliando-se os seguintes índices:

**Energia (A):** foi determinada pela área abaixo da curva em  $\text{cm}^2$  e o seu valor representa a força da massa.

**Resistência à extensão (R):** é obtida no ponto mais alto da curva a 50 mm de seu início e é expressa em unidades extensográficas.

**Resistência máxima (RM):** é obtida no ponto mais alto da curva e expressa em unidades extensográficas.

**Extensibilidade (E):** é o comprimento do extensograma do seu início até o fim, indicando a extensão da massa em relação ao seu comprimento original.

**Número proporcional (R/E):** é a relação entre a resistência à extensão e a extensibilidade, indicando a força, em unidades extensográficas, necessária para esticar a massa em 1 mm; este número indica o comportamento da massa, e, quanto maior seu valor, maior a tendência da massa encolher.

**“Oxynumber” =  $A \times E / R$ :** esse valor dá a idéia das exigências de oxidação da massa, para um “oxynumber” alto, a adição de agentes oxidantes é aconselhável, pois irá melhorar as características da farinha, fazendo com que ocorra a diminuição da extensibilidade e aumente a resistência à extensão, originando uma farinha mais forte.

### **3.7. Processamento do macarrão**

À 300 g de farinha mista foram adicionados um volume de óleo para um teor final de 2% (P/V) e um volume de água de 34% (P/V). Os ingredientes foram homogeneizados em uma batedeira de bancada da marca ARNO, na menor velocidade, durante 5 minutos, e em seguida transferidos para a extrusora de bancada da marca ECO, onde foi moldada em trefila de espaguete, originando-se as amostras.

### **3.8. Secagem do macarrão**

O espaguete foi cortado em tamanho de cerca de 20 cm e colocados em bandejas para secagem no secador de circulação de ar com temperatura constante de 40°C por 4 horas.

### 3.9. Armazenamento da massa

Após secagem, o macarrão foi acondicionado em embalagens de polipropileno. Depois de identificados, as amostras de macarrão foram estocadas à temperatura ambiente por um período total de 60 dias. Nos tempos 0, 30 e 60 dias, retiravam-se amostras para as análises de qualidade do macarrão, em cada nível de mistura.

## 3.10. Análise da qualidade do macarrão

A qualidade do macarrão foi avaliada por método sensorial e para teste de cozimento. O teste de aceitação foi realizado no tempo zero, ou seja, com um dia de armazenamento; já o teste de cozimento foi realizado nos tempos 0, 30 e 60 dias de armazenamento.

### 3.10.1. Teste de cozimento

O teste de cozimento, realizado para estimar a qualidade do macarrão, compreende quatro testes específicos, que são:

#### 3.10.1.1. Tempo de cozimento

O tempo de cozimento foi determinado de acordo com metodologia descrita por CIACCO e CHANG (1986). Foram colocados 10 g da amostra em 300 mL de água em ebulição, marcando-se o tempo. Em intervalos de tempo aleatórios, retirou-se um pedaço da amostra, prensando-a entre duas lâminas de vidro, a fim de observar o desaparecimento do núcleo branco, que indica o final do tempo de cozimento.

#### **3.10.1.2. Absorção de água**

A absorção de água foi determinada pelo aumento de peso ocorrido durante o cozimento. Foram pesados 10 g de macarrão e colocados em 300 mL de água em ebulição e cozidos pelo tempo ótimo de cozimento. Em seguida, o macarrão foi drenado em um escurridor por 10 minutos e pesado. O coeficiente de absorção de água foi determinado pela relação: peso macarrão cozido/peso macarrão cru (FRANÇA, 1988).

#### **3.10.1.3. Aumento de volume**

Numa proveta graduada de 250 mL, mediu-se o volume de querosene deslocado por 10 g de macarrão, antes e depois do cozimento (CIACCO & CHANG, 1986). O coeficiente de aumento de volume é dado pela seguinte fórmula: volume querosene deslocado macarrão cozido/volume querosene deslocado macarrão cru.

#### **3.10.1.4. Perda de sólidos solúveis**

A perda de sólidos solúveis é dada pela porcentagem de sólidos solúveis presentes na água de cozimento, sendo determinada coletando-se e medindo-se em uma proveta graduada de 250 mL, a água de cozimento, depois de escorrido o macarrão. Uma alíquota de 10 mL foi retirada e colocada em placa de Petri, previamente seca e tarada, e levada para a estufa a 95 °C, durante 5 horas, sendo pesada novamente (MARADINI FILHO, 1983). A presença de sólidos solúveis foi determinada pela relação:

$$\% \text{ perda de sólidos solúveis} = \frac{\text{vol. de água} \times \text{resíduo seco}}{\text{vol. de água}} \times 10$$

peso do macarrão cru

### 3.11. Teste de aceitação

Os testes de aceitação foram realizados em condições laboratoriais, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

A 1,8 Kg de farinha mista foram adicionados 2% (P/V) de óleo de soja e 34% (P/V) de água. Os ingredientes foram misturados numa batedeira vertical marca SUPREMA por 5 minutos, e em seguida transferidos para uma mini-prensa industrial contínua marca Indiana, onde foi extrusada à temperatura ambiente, e moldada em trefila de espaguete com 2 mm de diâmetro.

Cerca de 50 g de macarrão de cada amostra foram cozidas por 8 minutos em água fervente, com 6,5 g de sal e 10 mL de óleo, sendo servidas aos provadores logo após o cozimento.

Para avaliar a aceitabilidade do macarrão foi utilizado a escala hedônica de nove pontos em que os extremos superior e inferior correspondem respectivamente a 9 = gostei extremamente e a 1 = desgostei extremamente. O delineamento experimental empregado para avaliação sensorial foi o de blocos incompletos balanceados, utilizando-se um plano tipo II para 13 amostras proposto por COCHRAN & COX (1962) ( $k=3$ ;  $\lambda=1$ ;  $r=6$ ;  $t=13$ ;  $b=26$ ). Foram servidas 3 amostras por sessão e cada amostra foi avaliada por 30 provadores não treinados os quais atribuíram notas às amostras durante o julgamento. O modelo da ficha resposta é apresentado na Figura 2.

## 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

Comentários: \_\_\_\_\_

Figura 2 - Ficha - resposta utilizada para análise de aceitabilidade sensorial.

### 3.12. Caracterização química do macarrão

Para as análises de umidade, proteína, lipídeos, cinzas e carboidratos a metodologia seguida já foi citada anteriormente.

#### 3.12.1. Determinação do conteúdo de isoflavonas

**Extração e hidrólise ácida:** Pesou-se em torno de 1,5 g de amostra de macarrão moída, e 50 mL de uma mistura que continha 10 mL de HCl 10 M e 40 mL de etanol 96% contendo 0,05% de butilhidroxitolueno (BHT) foram adicionados. A amostra foi agitada por 10 min e levada ao ultrassonicador por 10 min. Após 10 min no ultrassonicador, a amostra foi deixada em refluxo por 1 hora e 30 minutos. Após o refluxo, a amostra foi deixada esfriar à temperatura ambiente, e o etanol evaporado durante o processo foi substituído. Retirou-se uma alíquota de 2 mL da mistura para centrifugação a 14.000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi diluído 5X para as amostras com 15% de farinha de soja, 10X para o nível 25% e 20X para o nível 35%. Após diluição as amostras foram filtradas em filtro Milipore de 0,45 micra de diâmetro e 20 µL de cada amostra foram injetados no cromatógrafo.

**Obtenção da curva de calibração:** Primeiramente, foram preparados 25 mL de uma solução estoque contendo 3,53 mg de daidzeína (98% de pureza), 2,87 mg de gliciteína (95%) e 2,92 mg de genisteína (98%) em etanol 96%. Para obtenção de cada ponto da curva padrão um volume diferente dessa solução estoque foi utilizado, que foram: 50 µL, 190 µL, 260 µL, 330 µL, 400 µL, 540µL e 610 µL. Os padrões passaram pelo mesmo processo de hidrólise ácida descrito acima. A curva padrão foi obtida relacionando a quantidade de cada composto em análise (ng), presente nos 20 µL injetados, e a área do pico correspondente, obtida após análise cromatográfica.

**Análise cromatográfica:** Foi utilizado um cromatógrafo SHIMADZU composto dos seguintes módulos: DGU-2A – degaseificador; FCV-10AL – válvula de

controle de fluxo; Solventes: A – 0,1% de ácido acético glacial em água e B – 0,1% de ácido acético glacial em acetonitrila; LC-10AD - bomba: fluxo de solvente (fase móvel): 1 mL/min; CTO-10A – forno: 40 °C; SPD-10A - detector espectrofotométrico UV-Vis:  $\lambda$  = 260 nm; CBM-10A – módulo de controle: “software” Class-LC 10; Coluna: Shim-pack CLC-ODS(M): 4,6 mm de diâmetro interno x 25 cm de comprimento (diâmetro das partículas de sílica: 5  $\mu$ m, diâmetro do poro: 100 Å), SHIMADZU: fase reversa; Coluna de proteção: Shim-pack CLC GODS (4): 4 mm de diâmetro x 1 cm de comprimento, SHIMADZU.

### 3.12.2. Determinação de oligossacarídeos solúveis

**Extração dos oligossacarídeos:** Pesou-se em torno de 100 mg de amostra que continha 15% de farinha de soja, em torno de 60 mg de amostra que continha 25% de farinha de soja e 45 mg de amostra que continha 35% de farinha de soja em tubos eppendorfs de 2 mL. Adicionou-se 1 mL de benzina de petróleo e sob agitação constante as amostras foram colocadas em banho maria a 42 °C por 5 min. Após 5 min, as amostras foram centrifugadas a 14.000 rpm por 5 min. Após centrifugação, a benzina de petróleo foi descartada. Esta etapa de retirada de lipídeos foi realizada 5 vezes. Após esta etapa, adicionou-se 1 mL de álcool 80% e sob agitação a cada 30 segundos as amostras foram colocadas em banho maria a 42 °C por 5 min. Depois as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente sob agitação em água corrente. Após resfriamento, as amostras foram centrifugadas a 14.000 rpm por 5 min e o álcool coletado num tubo a parte. Esta etapa de extração de oligossacarídeos foi realizada 3 vezes. Os tubos foram colocados em estufa a 50 °C para evaporar todo o álcool. Depois de evaporado o álcool, as amostras foram ressuspensas em 500  $\mu$ L de água milli-Q. Os tubos foram levados ao ultrassonicador por 7 min e, então, as soluções foram transferidas para tubos eppendorfs. Os tubos foram lavados mais uma vez com 500  $\mu$ L de água milli-Q e as soluções transferidas para os tubos eppendorfs. As

amostras antes de serem injetadas no cromatógrafo foram centrifugadas a 14.000 rpm por 5 min e filtradas em filtro Milipore de 0,45 micra de diâmetro.

**Obtenção da curva de calibração:** Primeiramente, foram preparados 10 mL de solução estoque contendo 0,04 g de frutose, 0,04 g de glicose (99,5% de pureza), 0,04 g de sacarose (99+ % de pureza), 0,04 g de maltose (99% de pureza), 0,0942 g de rafinose (99+ % de pureza) e 0,09 g de estaquiase (98+ % de pureza). A curva padrão de açúcares foi construída com 7 pontos, sendo que o sétimo ponto foi preparado com 1.000 µL da solução estoque adicionados à 1.000 µL de água Milli-Q. A partir da maior diluição foram preparados os outros pontos da curva. Cada solução padrão foi injetada no HPLC para obtenção das curvas correlacionando área do pico com a concentração do açúcar na mistura. As retas foram obtidas por regressão linear e os coeficientes de correlação foram superiores a 0,99. Um volume de 20 µL de cada amostra a ser analisada foi injetada no cromatógrafo e cada açúcar presente foi identificado e quantificado por comparação com os tempos de retenção e concentração dos açúcares padrão. Todos os cálculos foram feitos no microcomputador acoplado no HPLC, equipado com o programa LC-10 versão 2.2 para Windows.

**Análise cromatográfica:** Foi utilizado um cromatógrafo Shimadzu série 10<sup>A</sup> composto dos seguintes componentes: DGU-2A – degaseificador; FCV-10AL – válvula de controle de fluxo; Solventes: misturas de acetonitrila:água (75:25) em condições isocráticas; LC-10AD - bomba: fluxo de solvente (fase móvel): 1 mL/min; CTO-10A – forno: 30 °C; SPD-10A - detector de índice de refração; CBM-10A – módulo de controle: software Class-LC 10; Coluna: coluna em aço inox 0,465 cm de diâmetro interno x 25 m de comprimento contendo como fase estacionária o grupo aminopropil (-NH<sub>2</sub>), SHIMADZU; Coluna de proteção: Shim-pack CLC GODS(4): 4 mm de diâmetro x 1 cm de comprimento, SHIMADZU.

### **3.13. Determinação de acidez aquo – solúvel**

A acidez titulável foi determinada em extrato aquoso das amostras de macarrão, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (PREGNOLATTO & PREGNOLATTO, 1985), o qual consistiu em titular com soluções de álcali – padrão a acidez do produto. O resultado é expresso em solução normal por cento. A análise foi realizada em três tempos, no dia de fabricação, e sucessivamente com 30 e 60 dias de armazenamento do produto.

### **3.14. Delineamento experimental**

Para avaliação da qualidade do macarrão considerou-se o esquema de parcela subdividida com fatorial de 2 x 2 x 3 (variedade x processo x níveis) na parcela, instalado no delineamento inteiramente casualizado, e tempo de estocagem na sub-parcela. Foram realizadas três repetições. Para avaliação da composição bioquímica do macarrão considerou-se o delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos dispostos no esquema fatorial 2 x 2 x 3, utilizando três repetições.

Para as análises estatísticas foi utilizado The Statistical Analysis System (SAS Institute 1982).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Muitos trabalhos de substituição parcial da farinha de trigo com outros ingredientes para a produção de pães e massas alimentícias já foram realizados; e os objetivos de tal substituição são a melhoria da massa e, portanto, melhoria das características sensoriais do produto, a suplementação nutricional ou a redução de custo.

No presente trabalho, avaliaram-se três níveis de substituição da farinha de trigo por farinha proveniente de uma soja melhorada, ausente de lipoxigenases das sementes, bem como diferentes tempos de armazenamento, na qualidade final do macarrão tipo massa seca. Avaliaram-se os efeitos nas qualidades tecnológicas e sensoriais do produto.

### **4.1. Composição centesimal da matéria prima**

Encontra-se no Quadro 1 a composição centesimal das farinhas de trigo e das farinhas de soja utilizadas no trabalho. Para a farinha de trigo, os conteúdos de umidade, proteína, lipídio, cinzas e carboidratos foram similares aos valores encontrados na literatura. De acordo com CIACCO & CHANG (1986), a farinha de trigo deve apresentar um teor de umidade na faixa de 11 a 14%; de proteína,

de 8 a 15%; de lipídio, de 0,80 a 1,10%; de cinzas, 0,44% e de carboidratos, de 72 a 78%.

Os teores de ácido linoléico e linolênico da variedade comercial foram 54,8% e 9,48%, e da linhagem foram 50,0% e 6,12%, respectivamente

Quadro 1 - Composição química centesimal da farinha de trigo e das farinhas de soja integral e desengordurada usadas na produção de macarrão tipo massa seca

| COMPOSIÇÃO (g/100 g) <sup>a</sup> |                         |            |            |           |                          |
|-----------------------------------|-------------------------|------------|------------|-----------|--------------------------|
| FARINHAS                          | UMIDADE                 | PROTEÍNA   | LIPÍDIO    | CINZA     | CARBOIDRATO <sup>b</sup> |
| Trigo                             | 12,95±0,04 <sup>c</sup> | 10,89±0,25 | 1,34±0,01  | 0,68±0,15 | 74,14±0,14               |
| Doko RC TN                        | 7,72±0,03               | 38,00±0,90 | 22,86±0,08 | 5,88±0,06 | 25,54±0,90               |
| Doko RC                           | 7,71±0,05               | 42,78±0,81 | 24,27±0,01 | 4,90±0,17 | 20,34±1,01               |
| Doko RC TND <sup>*</sup>          | 12,37±0,01              | 49,57±0,11 | 0,18±0,01  | 7,88±0,03 | 30,00±0,13               |
| Doko RCD                          | 12,46±0,06              | 56,07±0,03 | 0,30±0,06  | 6,52±0,11 | 24,66±0,08               |

(a) em base úmida

(b) por diferença

(c) valores são médias de triplicatas

\* desengordurada

A composição química das farinhas de soja mostraram-se diferentes quando se compara a cultivar Doko RC com a linhagem Doko RC TN. Os conteúdos de proteína e de lipídeos foram superiores nas farinhas obtidas do cultivar Doko RC, enquanto que os conteúdos de carboidratos e cinzas foram superiores nas farinhas obtidas da linhagem Doko RC TN.

#### 4.2. Propriedades farinográficas

Os objetivos da determinação das propriedades farinográficas de uma farinha são avaliar a capacidade de absorção de água para formar massa, bem

como seu condicionamento e resistência à fermentação; a qualidade e a quantidade de glúten existente na farinha, visando o controle de qualidade. A caracterização reológica de farinha é essencial porque fornece informações valiosas sobre a qualidade das matérias primas e as características texturais dos produtos acabados.

Ao adicionar farinha de soja à farinha de trigo verificar-se-á alterações nas propriedades físicas e tecnológicas, podendo ser de maneira favorável ou desfavorável dependendo do produto.

Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 estão apresentadas os farinogramas das farinhas mistas. Com relação às características farinográficas observa-se no Quadro 2 que o conteúdo de água das massas, a uma consistência de 500 U.F., aumentou a medida que se aumentou a porcentagem de substituição. No entanto, observou-se que a absorção de água foi maior para a farinha de soja proveniente da linhagem melhorada, em todos os níveis, quando comparado com o cultivar comercial (Figura 7). Quando se compara as farinhas integrais com as desengorduradas observa-se que a absorção de água foi maior para as farinhas desengorduradas.

Quadro 2 - Características farinográficas das farinhas mistas, usadas na elaboração de macarrão, comparadas com os padrões de farinha de trigo própria para panificação

| Característica       | Unidade         | Trigo + DRC |      |      | Trigo + DRCD |       |      | Trigo + DRCTN |      |      | Trigo + DRCTND |       |      | Farinha de trigo (Padrão) <sup>1</sup> |
|----------------------|-----------------|-------------|------|------|--------------|-------|------|---------------|------|------|----------------|-------|------|----------------------------------------|
|                      |                 | 15%         | 25%  | 35%  | 15%          | 25%   | 35%  | 15%           | 25%  | 35%  | 15%            | 25%   | 35%  |                                        |
| Absorção             | %               | 65,3        | 66,6 | 66,6 | 70,0         | 73,33 | 74,0 | 66,0          | 68,6 | 70,0 | 72,0           | 74,67 | 80,0 | 60,5 ± 2,5                             |
| Tempo de chegada     | Min             | 1,5         | 1,5  | 1,5  | 2,5          | 3,5   | 2,5  | 2,5           | 2,0  | 3,5  | 4,5            | 3,5   | 7,5  | 2,0 ± 0,5                              |
| Tempo de saída       | Min             | 17,0        | 11,5 | 12,0 | 12,0         | 13,5  | 11,5 | 13,5          | 12,0 | 10,0 | 15,0           | 17,0  | 17,5 | 14,0 ± 1,5                             |
| Estabilidade         | Min             | 15,5        | 10,5 | 10,5 | 9,5          | 10,0  | 9,0  | 11,0          | 10,0 | 6,5  | 10,5           | 13,5  | 10,0 | 12,0 ± 0,5                             |
| Tempo de pico        | Min             | 8,0         | 4,5  | 3,5  | 7,0          | 7,0   | 6,5  | 6,5           | 4,5  | 5,5  | 10,0           | 7,0   | 9,0  | 7,5 ± 1,5                              |
| Índice de tolerância | UF <sup>a</sup> | 50,0        | 60,0 | 100  | 60,0         | 40,0  | 60,0 | 40,0          | 40,0 | 40,0 | 40,0           | 50,0  | 20,0 | 30,0 ± 10,0                            |

<sup>a</sup> Unidades farinográficas.

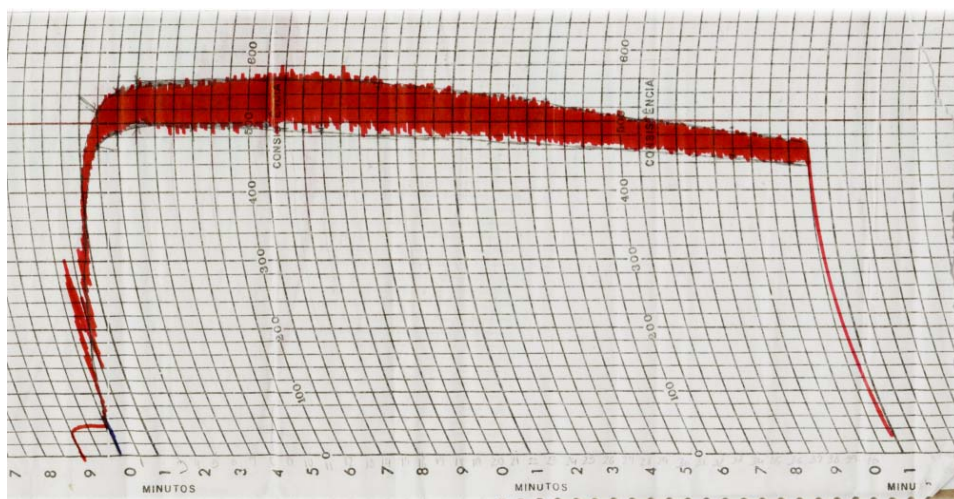
<sup>1</sup> Fonte: EL-DASH et al., 1979.

DRC – Doko RC

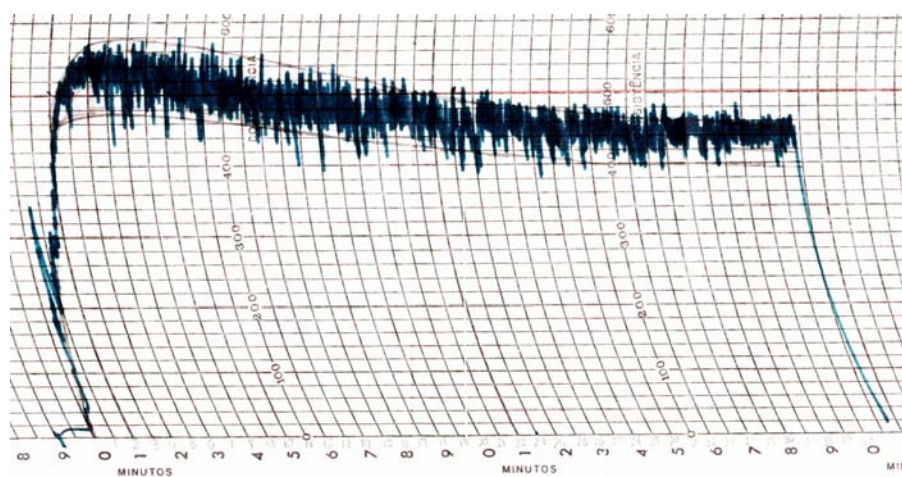
DRC D – Doko RC desengordurada

DRC TN – Doko RC triplo nulo

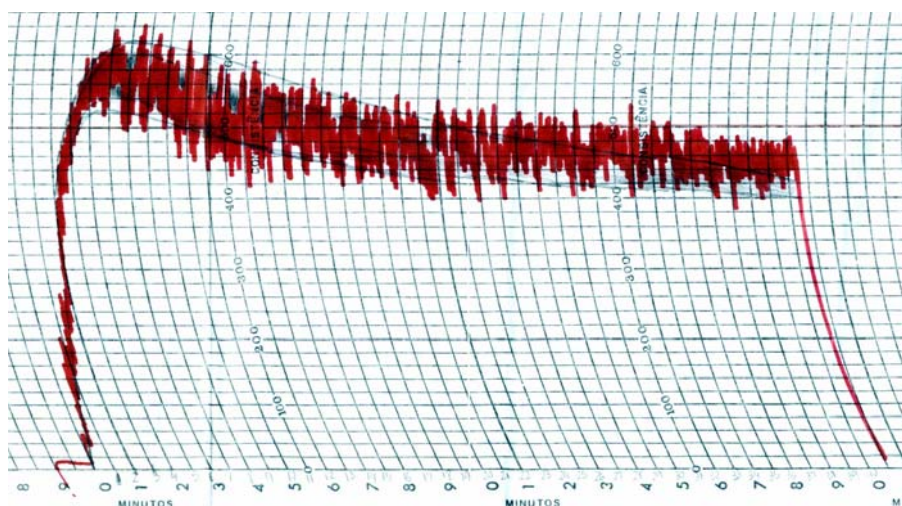
DRC TND – Doko RC triplo nulo desengordurada



Doko RC 15 %

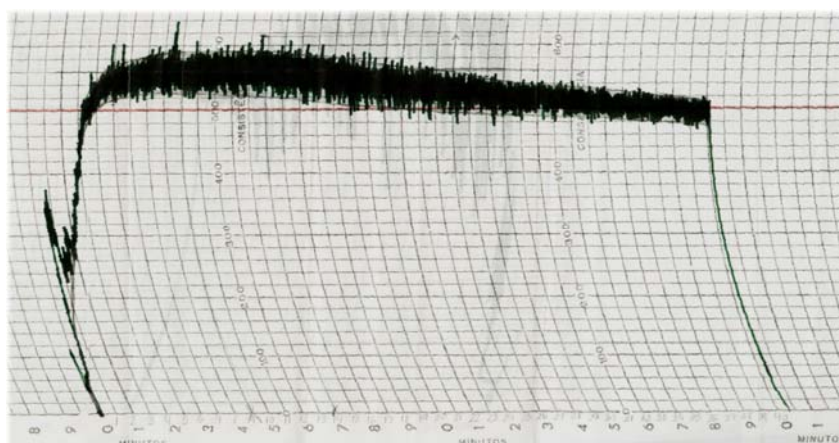


Doko RC 25 %

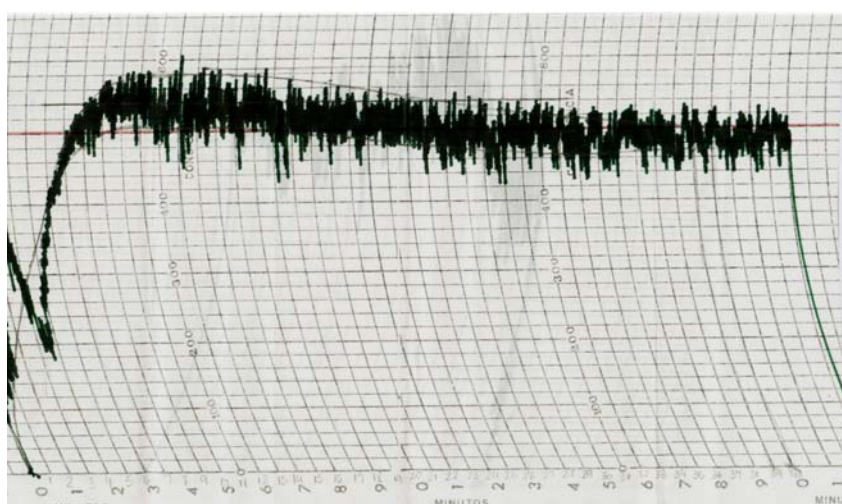


Doko RC 35 %

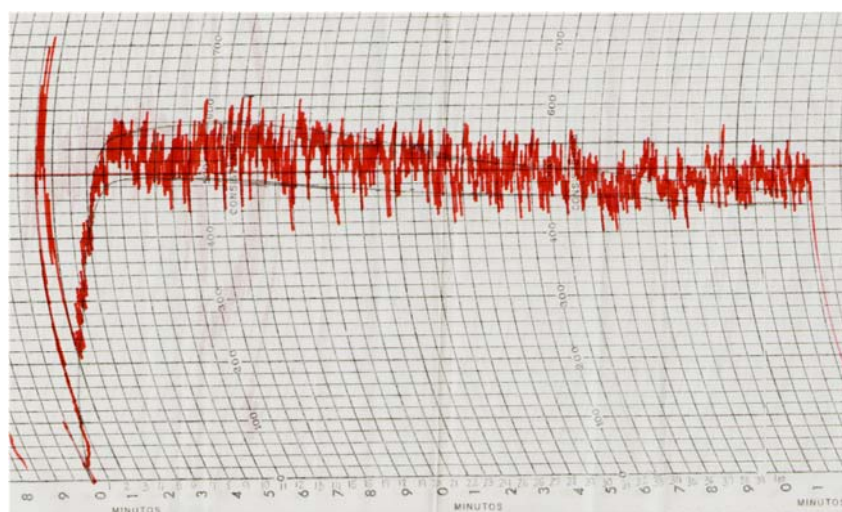
Figura 3 - Farinogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC integral.



Doko RCD 15 %

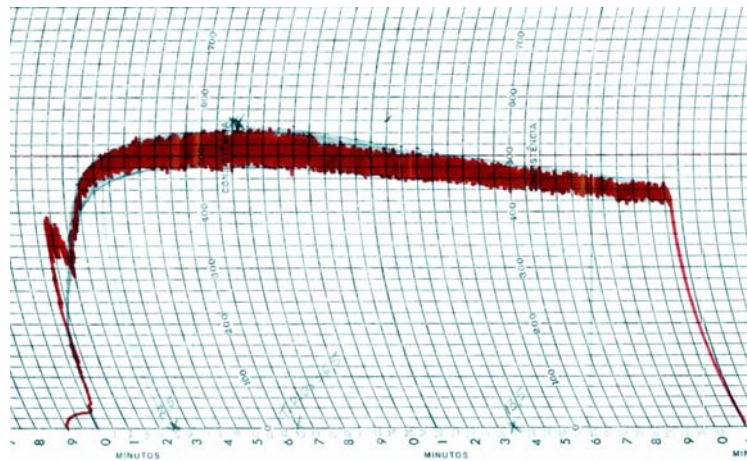


Doko RCD 25 %

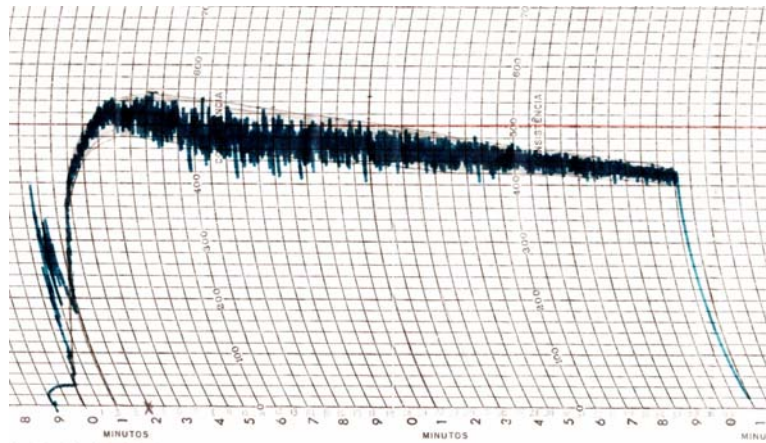


Doko RCD 35 %

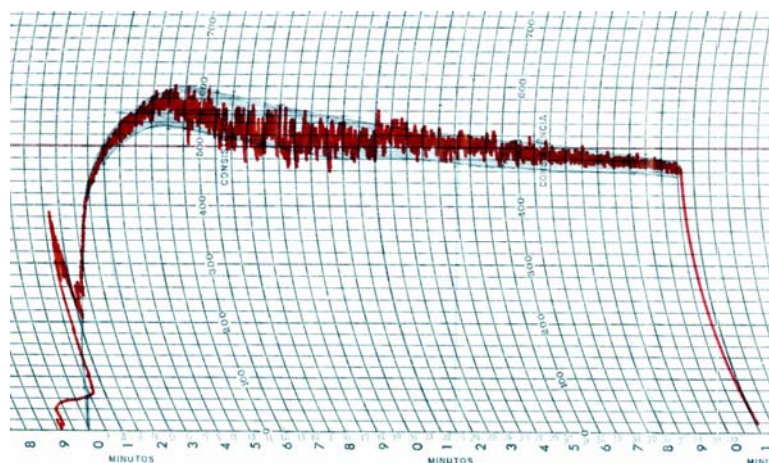
Figura 4 - Farinogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC desengordurada.



Doko RC TN 15 %

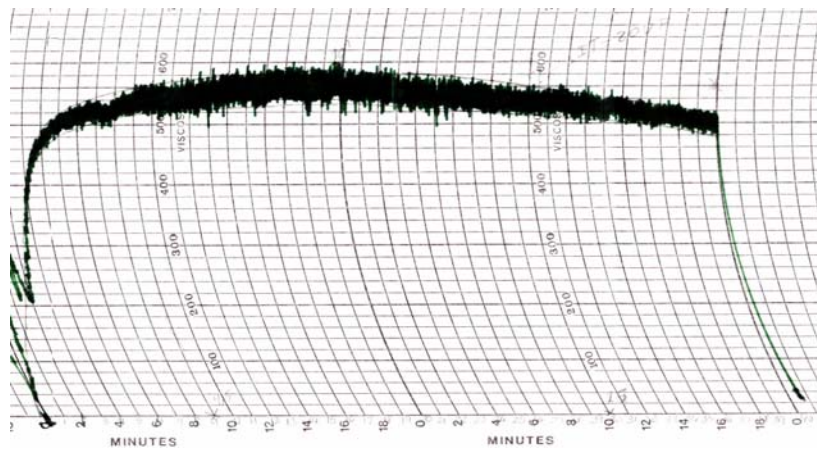


Doko RC TN 25 %

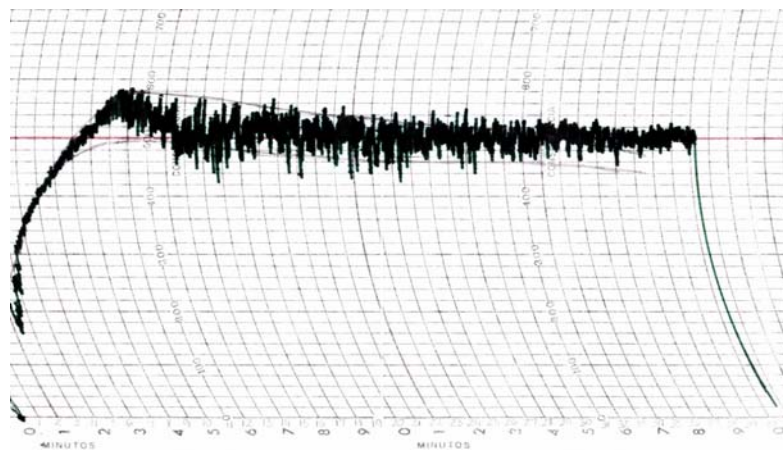


Doko RC TN 35 %

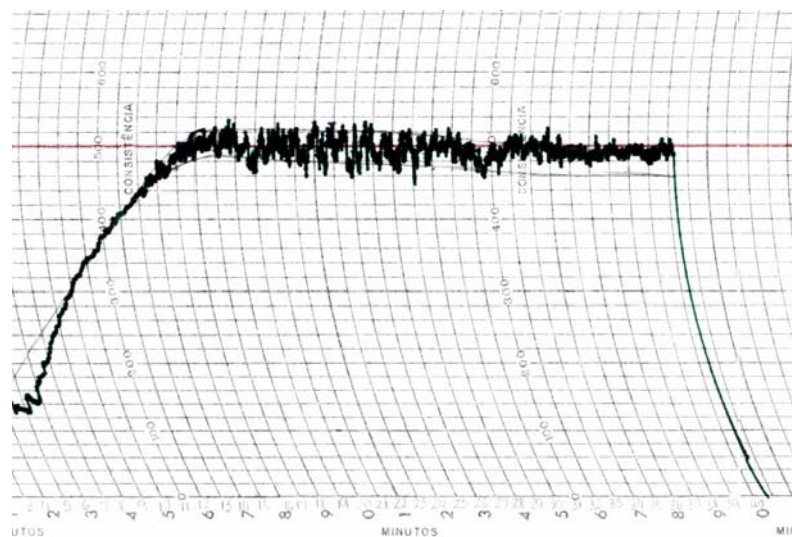
Figura 5 - Farinogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC TN integral.



Doko RC TND 15 %



Doko RC TND 25 %



Doko RC TND 35 %

Figura 6 - Farinogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC TN desengordurada.

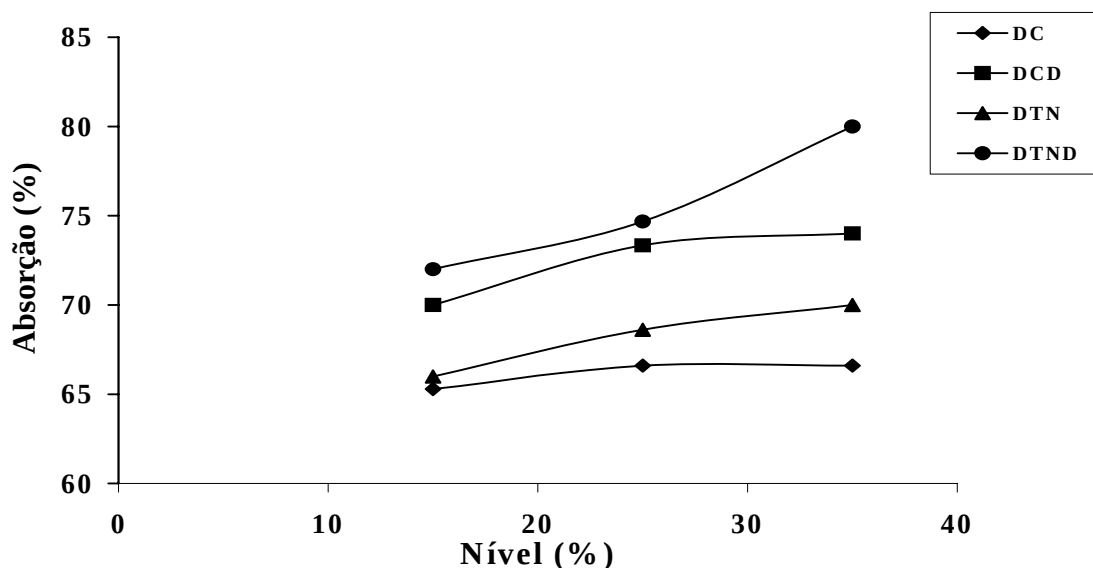


Figura 7 - Curva de absorção de água das farinhas mistas.

GRANITO & GUERRA (1997) verificaram um aumento de absorção de água pela farinha de trigo substituída por diferentes níveis de farinha desengordurada de gérmen de milho. NAVICKIS & NELSEN (1992) também encontraram aumentos na absorção de água nas farinhas mistas onde a farinha de trigo foi substituída por diferentes fontes de fibras. CHAUDHARY & WEBER (1990) relataram um aumento na absorção de água nas misturas onde farinha de trigo foi substituída por 15% de farinha de milho e por celulose. Yasumatsu et al. (1972) citado por BEJOSANO & CORKE (1998) encontraram um aumento na absorção de água e estabilidade da massa medidas no farinógrafo, quando isolados, concentrados e farinhas de soja foram usados nas misturas.

A absorção de água é influenciada pela quantidade de proteína na farinha, pela quantidade de amido, pela quantidade de amidos danificados durante a moagem, pela granulometria da farinha e pelos ingredientes adicionados. EL-

DASH et al. (1994) relatam que o amido, o qual representa em torno de 68% da farinha de trigo, absorve cerca de 45% do peso total da massa em água. Já as proteínas, que correspondem cerca de 14%, absorvem em torno de 33%, indicando que estas absorvem maior quantidade de água em relação ao seu peso do que o amido. Portanto, se aumenta a quantidade de proteína aumenta a absorção de água.

Verificou-se ligeira variação no tempo de chegada para que a massa absorvesse a água, sendo o menor tempo observado para a farinha com a soja Doko RC, em todos os níveis de substituição (Figura 8). Porém, para as farinhas com farinha desengordurada de soja, tanto para Doko RC quanto para Doko RC TN, observou-se que o tempo de chegada foi maior para todos os níveis.

Na Figura 9 encontra-se o gráfico do tempo de saída para as farinhas mistas. Observa-se que, em geral, com o aumento da porcentagem de substituição nas misturas o tempo de saída não alterou significativamente, e quanto se compara com a farinha de trigo não se verifica grandes diferenças. Porém para a mistura que tem a farinha de soja Doko RC TN desengordurada, o tempo de saída das massas foi maior para todos os níveis de substituição quando comparados com o padrão.

O tempo de pico diminuiu com o aumento da porcentagem de substituição para as farinhas mistas integrais de soja Doko RC e Doko RC TN; indicando menor tolerância dessas massas à mistura. Para a farinha mista desengordurada de soja Doko RC o tempo de pico não variou com o aumento dos níveis de substituição (Figura 10). Para a farinha mista desengordurada de Doko RC TN no nível de 15% de substituição o tempo de pico foi o mais elevado, com 25% este valor abaixou, elevando-se novamente com 35% de substituição.

Quanto ao índice de tolerância, os valores apresentaram um aumento ou permaneceram iguais em relação à farinha de trigo cujo valor varia de 20 a 40 UF (EL-DASH et al., 1979) (Figura 11).

Para a estabilidade, observou-se uma diminuição para os níveis de mistura quando comparado com a farinha de trigo, que apresenta valores de estabilidade

variando de 11,5 a 12,5 min, exceto para as farinhas mistas de soja Doko RC integral nível 15% e de soja Doko RC TN desengordurada nível 25% (EL-DASH et al., 1979) (Figura 12). Isto significa uma diminuição na resistência das massas à fermentação e menor tolerância ao amassamento ou à ação mecânica.

GRANITO & GUERRA (1996) estudando as características reológicas de uma farinha mista de trigo com gérmen de milho desengordurado, encontraram que o tempo de pico e a tolerância aumentaram com o aumento do nível de substituição. Os valores de tempo de pico foram 5,30 e 5,50 min, e de tolerância foram 50 e 60 U.F. para os níveis de 5% e 10% de farinha de gérmen de milho desengordurado na mistura, respectivamente. Nesse mesmo trabalho, tanto o tempo de saída quanto a estabilidade diminuíram em relação ao controle. Para os níveis de substituição de 5% e 10% os valores de tempo de saída foram 9,50 e 9,50 min e para estabilidade foram 8,00 min e 7,80 min, respectivamente.

Em conclusão, em todos os níveis de mistura observou-se um aumento na absorção de água, um enfraquecimento da massa, uma diminuição da estabilidade e uma não alteração no tempo de pico e índice de tolerância.

Para panificação, farinhas com grandes capacidades de absorção de água são preferidas, porém, quando se refere às farinhas mistas esta afirmação não se aplica. Nas farinhas mistas os ingredientes adicionados, normalmente, diminuem a qualidade final do produto, apesar de aumentar a absorção de água no farinógrafo (BLOKSMA, 1990).

Para a produção de massas alimentícias, pode-se afirmar que, a partir dos dados observados pelo farinograma, apesar das alterações apresentadas pelas farinhas mistas, estas suportam bem o processo de extrusão que a massa sofre durante o processamento e não as desqualificam para a produção de massas alimentícias. Neste caso o enfraquecimento é benéfico, facilitando a trefilação da massa.

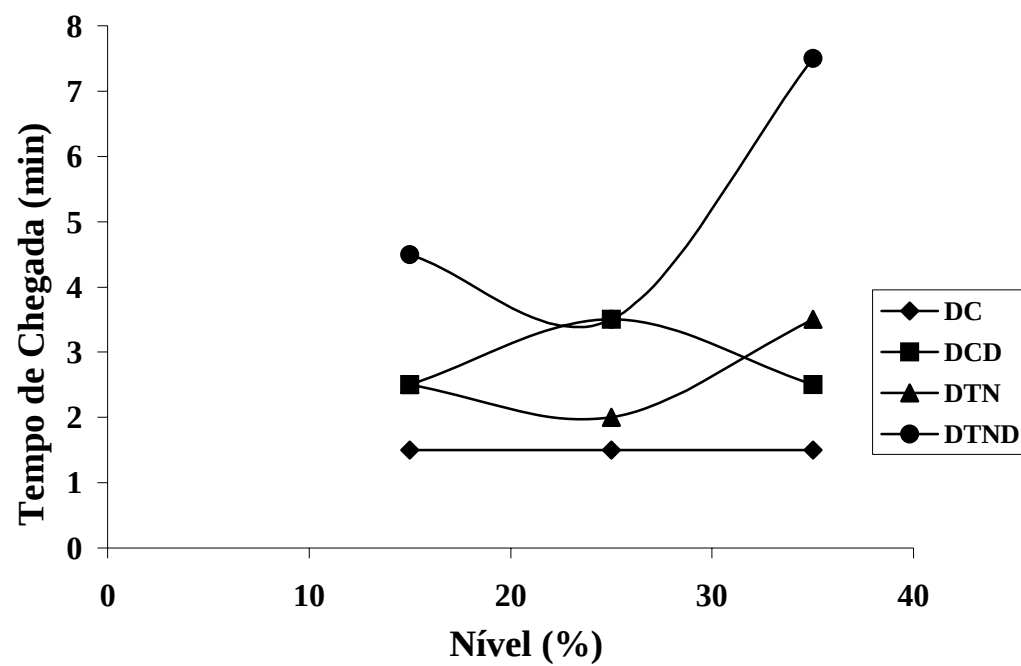


Figura 8 - Curva de tempo de chegada das farinhas mistas.

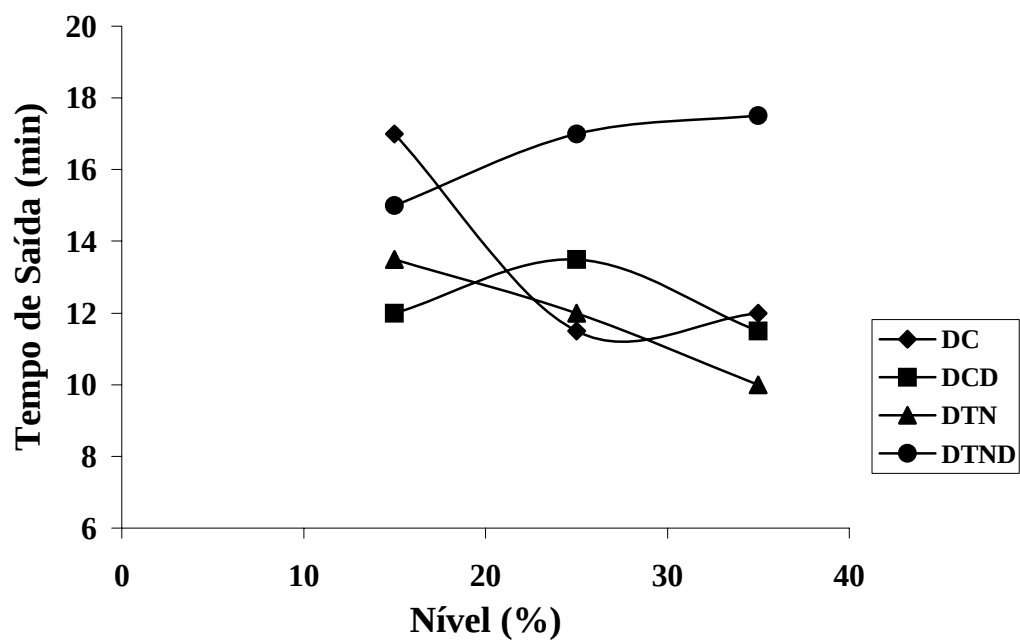


Figura 9 - Curvas de tempo de saída das farinhas mistas.

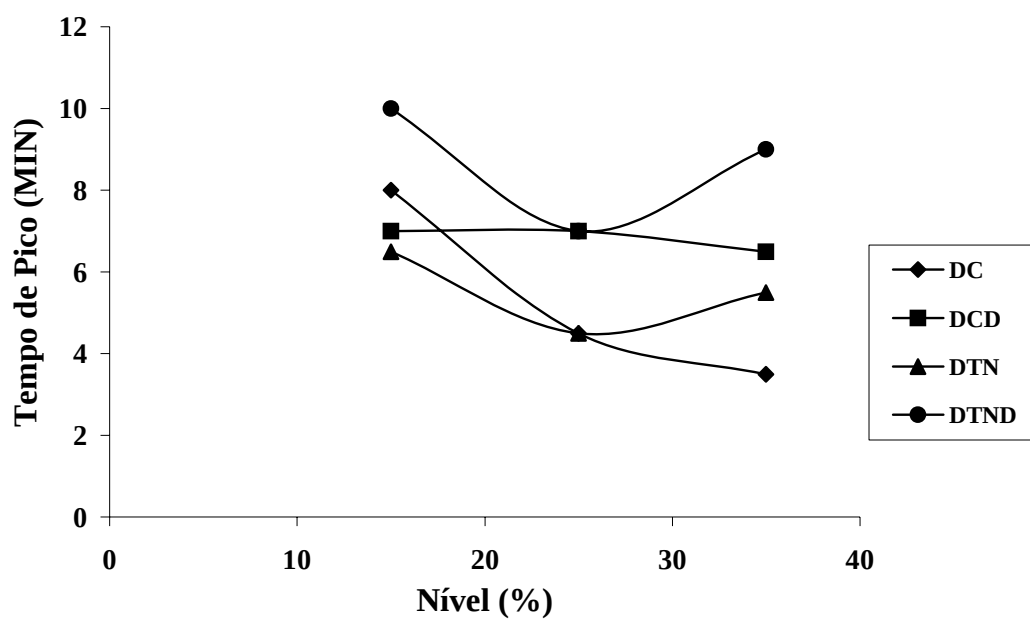


Figura 10 - Curvas de tempo de pico das farinhas mistas.

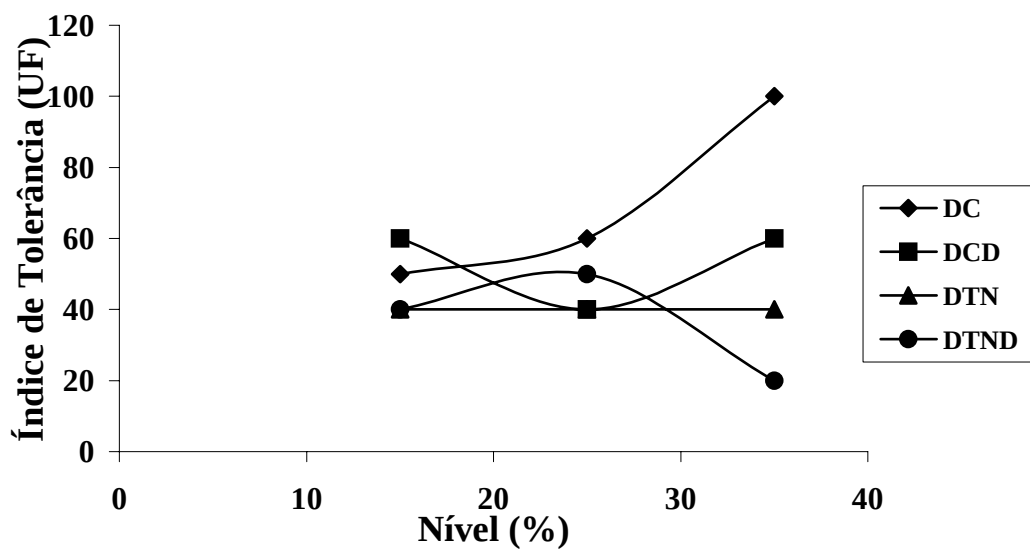


Figura 11 - Curvas de índice de tolerância das farinhas mistas

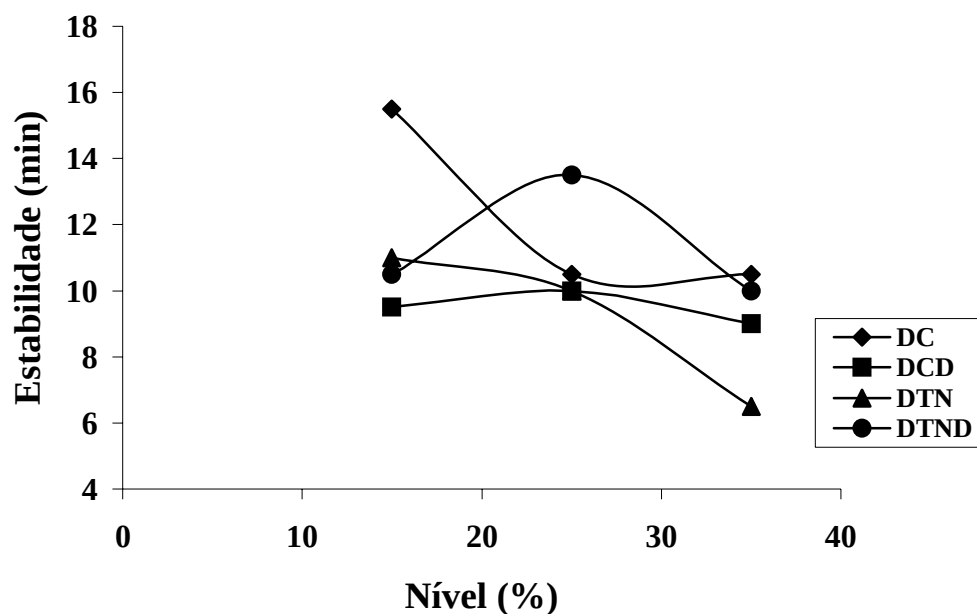


Figura 12 - Curvas de estabilidade das farinhas mistas.

#### 4.3. Propriedades extensográficas

O extensograma fornece dados das características da farinha no que se refere a sua capacidade de distender e contrair. As seguintes análises podem ser realizadas: energia, resistência a extensão, resistência máxima, extensibilidade, número proporcional e “oxynumber” .

Nas Figuras 13, 14, 15 e 16 estão apresentadas os extensogramas das farinhas mistas.

No Quadro 3 estão apresentados os valores das análises realizadas nas farinhas mistas.

Quadro 3 - Características extensográficas das farinhas mistas, usadas na elaboração de macarrão

| Característica                           | Trigo + DRC |       |       | Trigo + DRCD |       |       | Trigo + DRCTN |       |       | Trigo + DRCTND |       |       | Farinha de Trigo |
|------------------------------------------|-------------|-------|-------|--------------|-------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-------|-------|------------------|
|                                          | 15%         | 25%   | 35%   | 15%          | 25%   | 35%   | 15%           | 25%   | 35%   | 15%            | 25%   | 35%   |                  |
| Energia (cm <sup>2</sup> )               | 75,58       | 82,35 | 69,07 | 78,14        | 83,48 | 76,71 | 82,23         | 65,06 | 41,83 | 59,23          | 71,34 | 44,27 | Forte<br>145     |
| Resistência à extensão (UE) <sup>a</sup> | 420         | 610   | 740   | 460          | 700   | 800   | 420           | 450   | 520   | 340            | 450   | 540   | 525              |
| Resistência máxima (UE)                  | 460         | 630   | 880   | 520          | 730   | 800   | 480           | 480   | 600   | 360            | 460   | 550   | 825              |
| Extensibilidade (mm)                     | 115         | 95    | 57,50 | 120          | 85    | 70    | 127,5         | 95    | 60    | 110            | 60    | 90    | 155              |
| Número proporcional                      | 3,65        | 6,42  | 12,87 | 3,83         | 8,23  | 11,43 | 3,29          | 4,74  | 8,67  | 3,09           | 7,50  | 6,00  | 4,2              |
| “Oxynumber”                              | 20,69       | 12,82 | 5,37  | 20,38        | 10,14 | 6,71  | 24,96         | 13,73 | 4,83  | 19,16          | 9,51  | 7,38  | 42,8             |

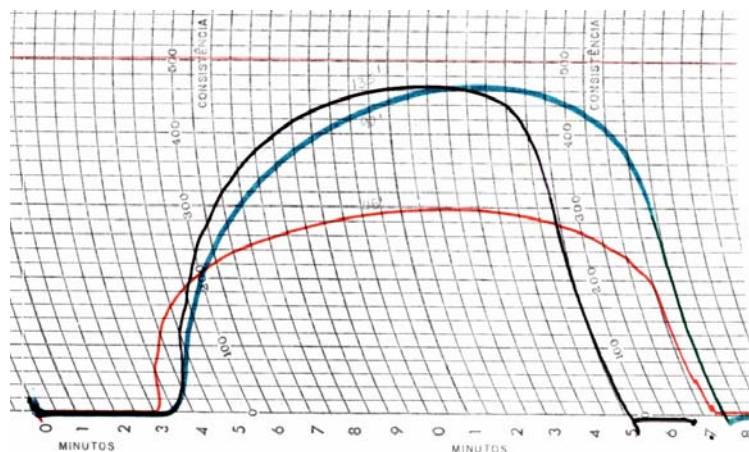
<sup>a</sup>Unidades extensográficas

DRC – Doko RC

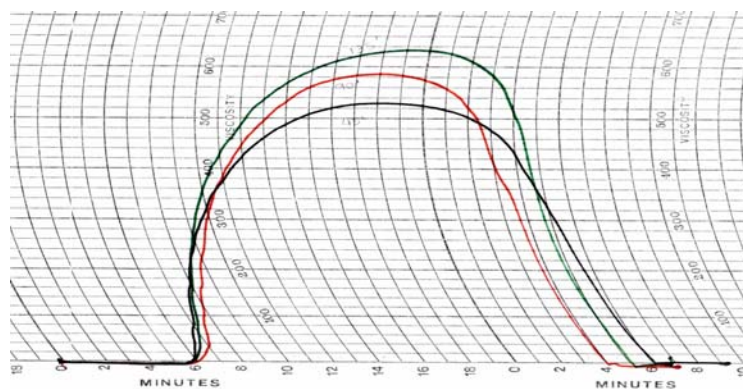
DRC D – Doko RC desengordurada

DRC TN – Doko RC triplo nulo

DRC TND – Doko RC triplo nulo desengordurada



Doko RC 15 %

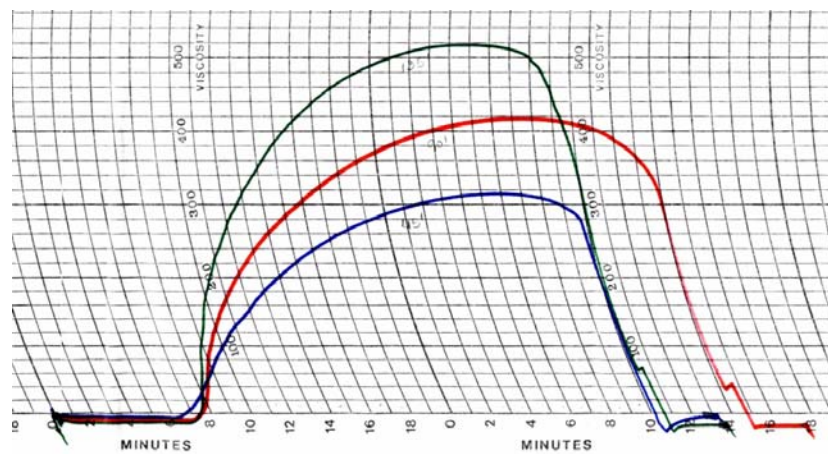


Doko RC 25 %

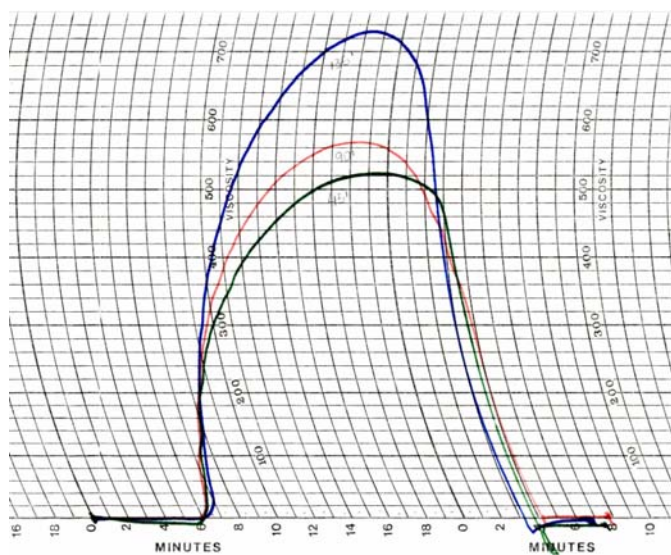


Doko RC 35 %

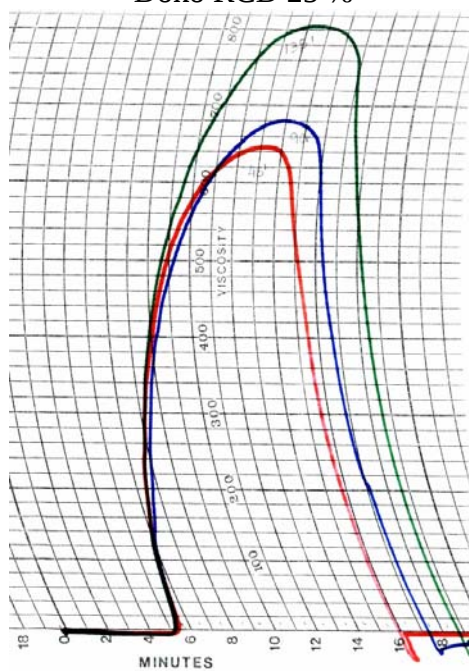
Figura 13 - Extensogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC integral.



Doko RCD 15%

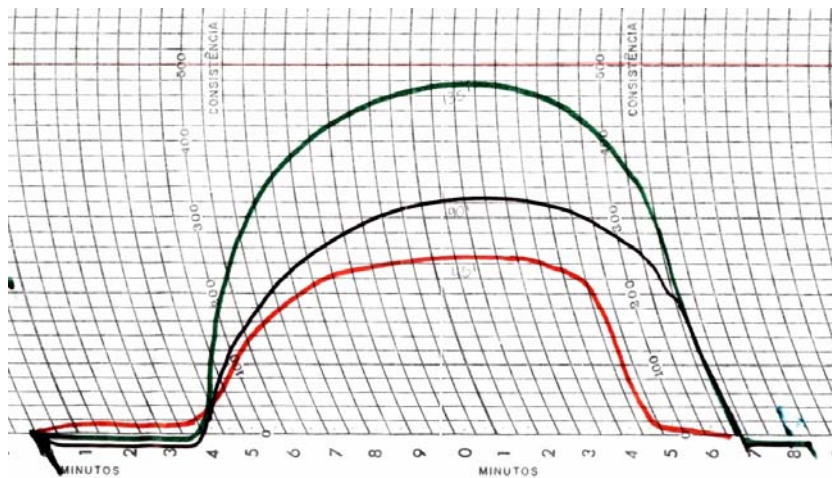


Doko RCD 25 %

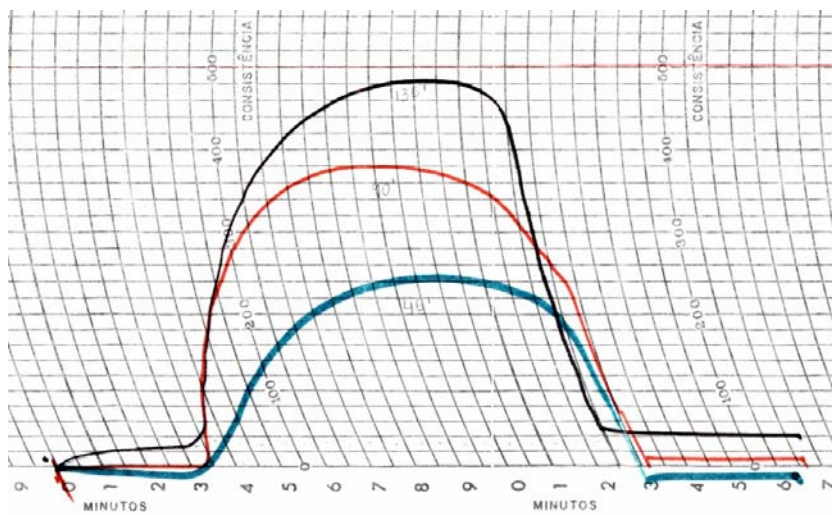


Doko RCD 35 %

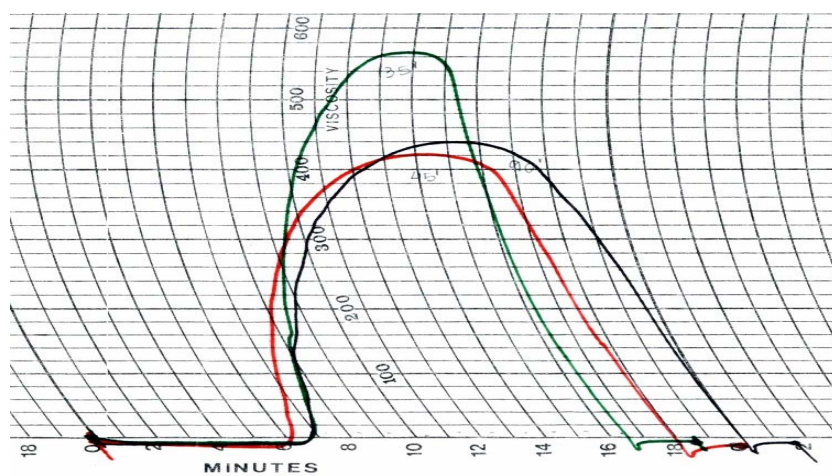
Figura 14 - Extensogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC desengordurada.



Doko RC TN 15%



Doko RC TN 25 %

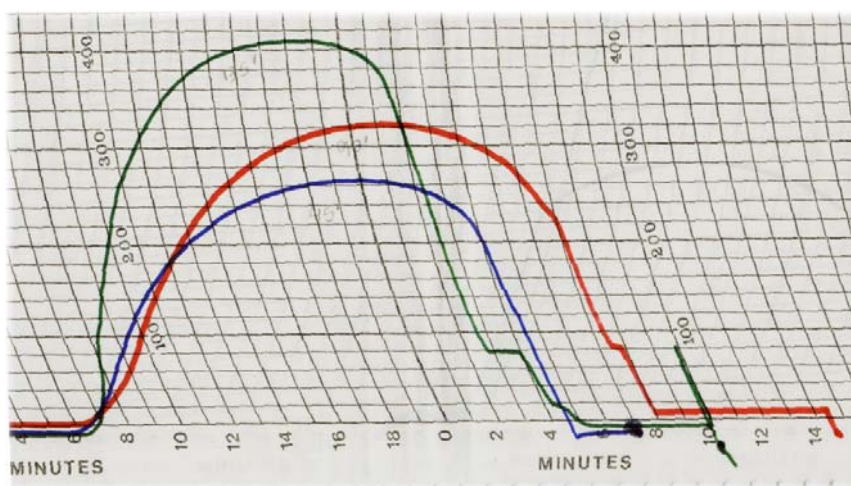


Doko RC TN 35%

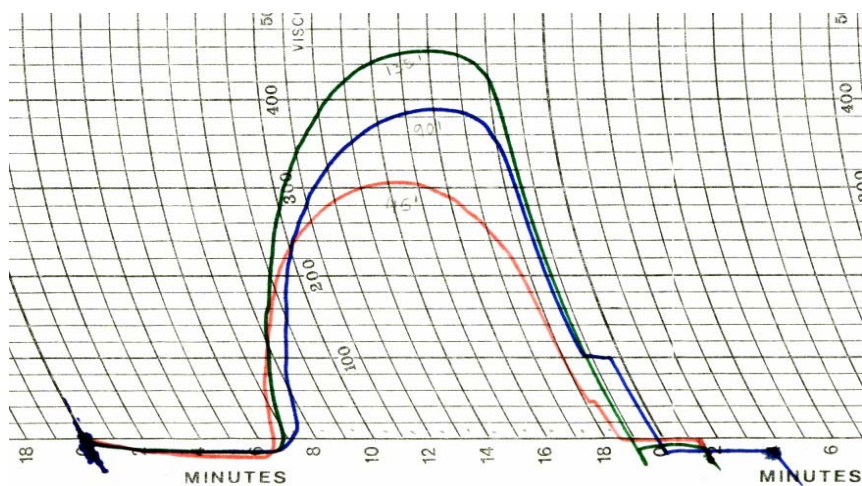
Figura 15 - Extensogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC TN integral.



Doko RC TND 15%



Doko RC TND 25 %



Doko RC TND 35 %

Figura 16 - Extensogramas das farinhas mistas de trigo + soja Doko RC TND desengordurada.

Pode-se observar que a energia expressa em  $\text{cm}^2$ , que é a área abaixo da curva, diminuiu nas farinhas mistas quando comparadas à farinha de trigo, sendo que o efeito foi mais acentuado quando aumentou a porcentagem de substituição para 35% (Figura 17). Para as farinhas mistas proveniente do cultivar Doko RC integral e desengordurada os valores de energia foram maiores quando comparados com as farinhas mistas de soja melhorada.

Nos dados obtidos com relação a resistência à extensão das farinhas mistas (Figura 18), notou-se um acréscimo nesta característica a medida que se aumentou o nível de substituição.

Obteve-se, também, um aumento nos valores de resistência máxima a medida que se aumentou os níveis de farinha de soja nas misturas (Figura 19).

GRANITO & GUERRA (1996) também observaram um aumento na resistência à extensão com o aumento do nível de substituição da farinha de trigo por farinha desengordurada de gérmen de milho. Esses autores afirmam que a presença de fibra exerce um efeito de reforço sobre a estrutura do glúten, aumentando, assim, a resistência à deformação.

Quanto aos valores de extensibilidade, que corresponde a elasticidade da massa, estes foram menores quando comparados com a farinha de trigo, em todos os níveis (Figura 20). Resultado similar foi encontrado por GRANITO & GUERRA (1996), onde energia e extensibilidade diminuíram em relação a farinha de trigo. A explicação para tal comportamento se deve, provavelmente, a diluição no conteúdo de glúten da mistura. NAVICKIS & NELSEN (1992) demonstraram efeitos similares em trabalho com farinha de trigo adicionada de farinha de milho, de fibras e de glúten. Eles atribuem a este comportamento a interferência da fibra na formação da matriz do glúten.

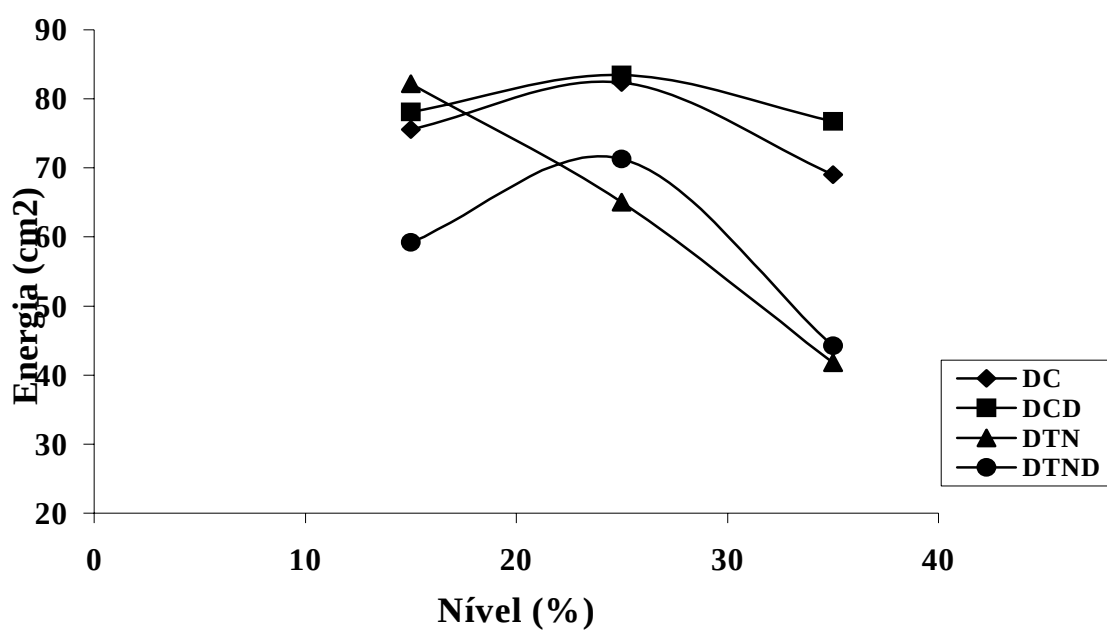


Figura 17 - Curvas de energia das farinhas mistas obtidas pelo extensógrafo.

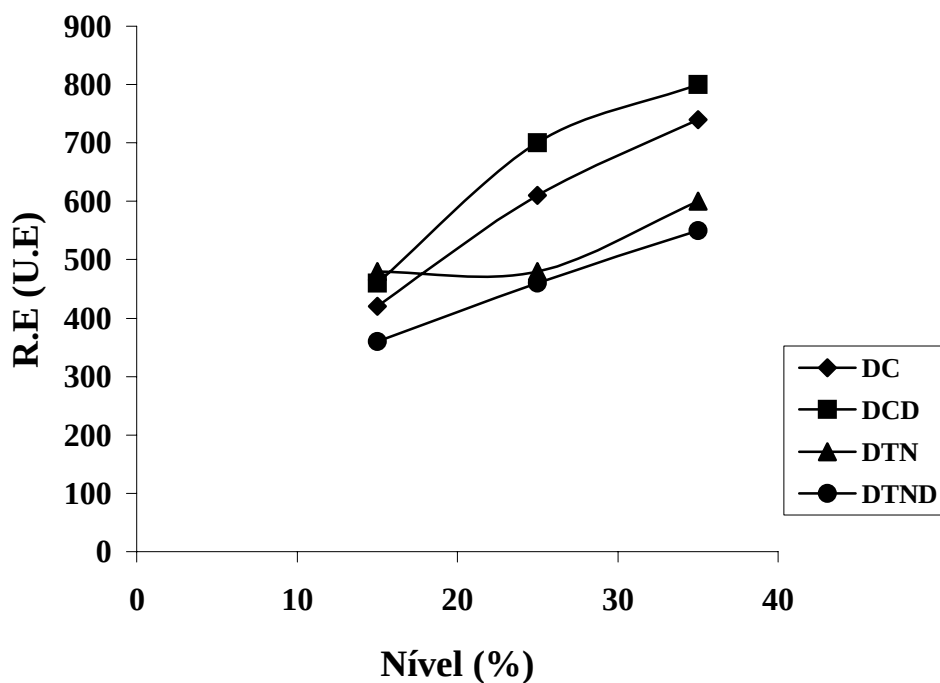


Figura 18 - Curvas de resistência a extensão das farinhas mista obtidas pelo extensograma.

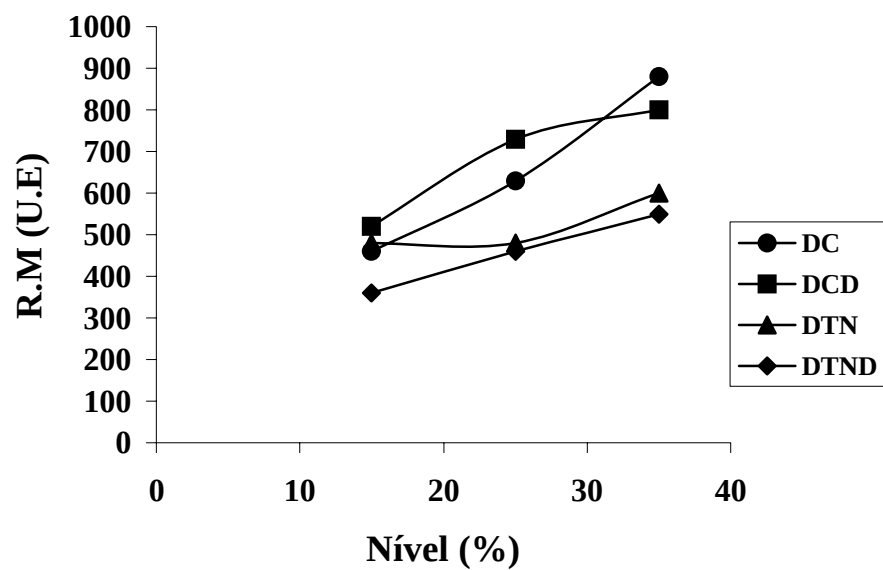


Figura 19 - Curvas de resistência máxima das farinhas mistas obtidas pelo extensógrafo.

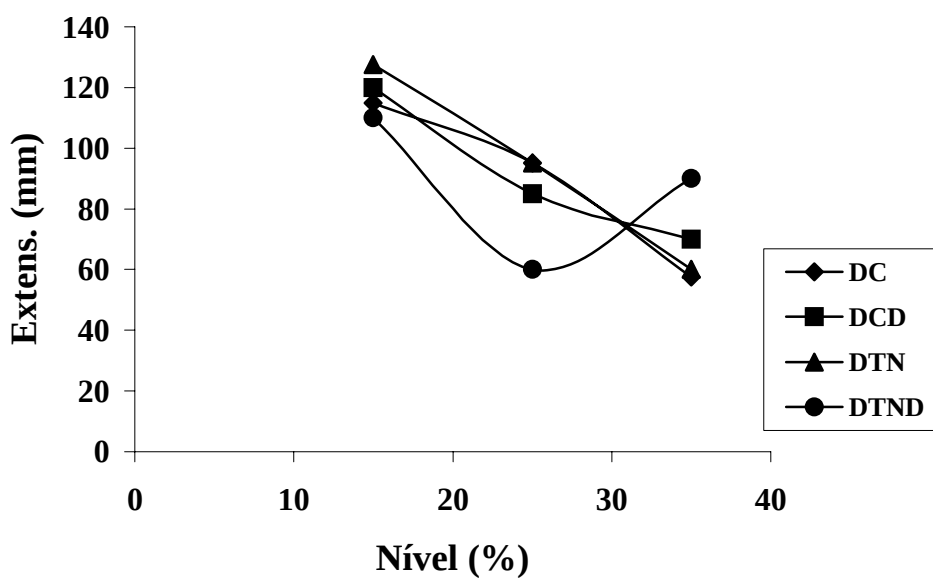


Figura 20 - Curvas de extensibilidade das farinhas mistas obtidas pelo extensograma.

O número proporcional das misturas das farinhas aumentou quando comparado à farinha de trigo, sendo que, para farinha de trigo considerada forte o valor de número proporcional é de 4,2. Já para valores de “oxynumber” foram menores (Figuras 21 e 22) em razão de uma maior resistência à extensão e da menor extensibilidade. Isso indica que houve enfraquecimento da farinha, não sendo necessária a adição de oxidante para equilibrar a extensibilidade das misturas.

Este efeito também foi evidenciado no trabalho de GRANITO & GUERRA (1996) onde o número proporcional das misturas aumentou com o aumento da porcentagem de substituição. Esses autores evidenciaram uma tendência à compactação das massas, nas misturas onde a porcentagem de substituição foi maior.

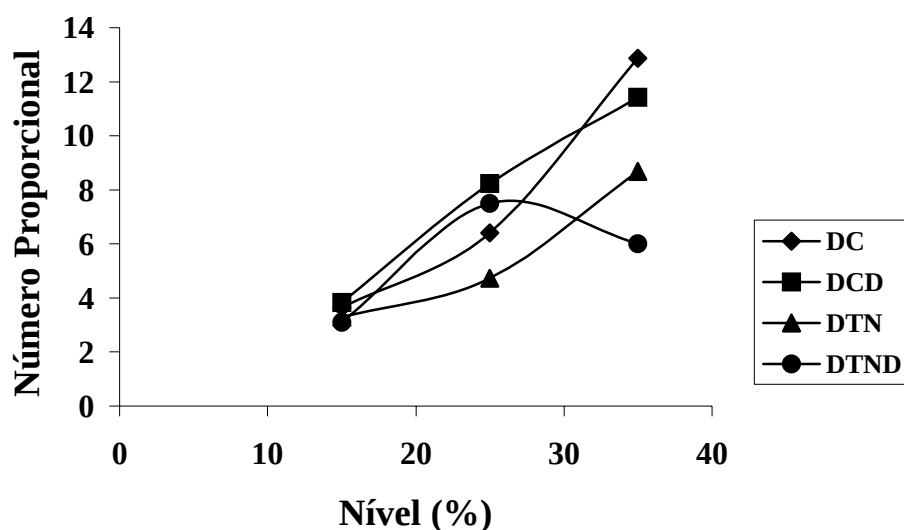


Figura 21 - Curvas de número proporcional das farinhas mistas obtidas pelo extensograma.

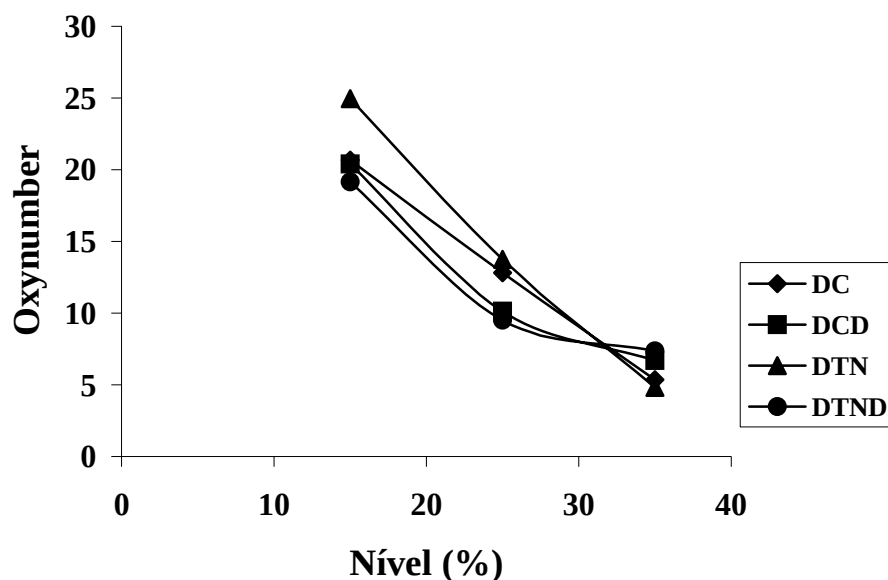


Figura 22 - Curvas de “oxynumber” das farinhas mistas obtidas pelo extensograma.

#### 4.4. Avaliação da qualidade das massas alimentícias obtidas

Alguns parâmetros são empregados para avaliar a qualidade das massas, que são: tempo de cozimento, quantidade de água absorvida, aumento de volume e perda de sólidos solúveis na água de cozimento. Os testes foram aplicados no macarrão com um dia de armazenamento, considerado como o tempo 0, e com 30 e 60 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

No Quadro 4 estão os valores dos parâmetros avaliados para determinação da qualidade das massas.

##### 4.4.1. Tempo de cozimento

Observou-se que o tempo de cozimento foi maior para massas obtidas de farinhas da variedade Doko RC, sendo, em média, 7,61 minutos, quando

comparado com a linhagem Doko RC TN, que foi, em média, 7,32 minutos. Quando se comparou as massas provenientes de farinhas integrais e desengorduradas observou-se que o tempo de cozimento aumentou, encontrando-se valores de 7,75 minutos para massas de farinhas desengorduradas, e de 7,17 minutos para massas de farinhas integrais.

Para os diferentes níveis de substituição, o tempo de cozimento decresceu para as massas com farinha de soja a medida que se aumentou o nível de substituição de 15% para 35% (Figura 23). No entanto, este efeito foi mais evidente para massas obtidas de farinhas mistas de trigo e soja Doko RC TN.

Quanto à influência do tempo de armazenamento no tempo de cozimento do macarrão, observou-se uma ligeira variação, com tendência a diminuir nos macarrões obtidos com farinhas integrais (Figura 24) e que a medida que se aumentou o tempo de armazenamento houve uma redução no tempo de cozimento para as massas oriundas das farinhas integrais e desengorduradas de soja Doko RC e Doko RC TN (Figura 25) (Ver Apêndice).

Os resultados apresentados no Quadro 4 indicam que o tempo de cozimento do macarrão controle foi maior quando comparado com os outros espaguete durante os tempos de armazenamento.

Tempo de cozimento tem um efeito significativo sobre a absorção de água e perda de sólidos solúveis em massas alimentícias. De acordo com REINHARD et al. (1988) e BAHNASSEY & KHAN (1986) quanto maior o tempo de cozimento maior será a absorção de água e a perda de sólidos solúveis das massas alimentícias.

O tempo de cozimento do macarrão é uma função da coesão da massa, pela interação das proteínas gliadina e glutenina e do amido presente. Com o tempo de armazenamento, as forças que mantêm a coesão começam a enfraquecer, facilitando a penetração de água no sistema. Além disso, com o armazenamento, ocorre a retrogradação do amido, que o torna indisponível para absorção de água. Assim, a quantidade de amido disponível para essa absorção é menor, levando a uma diminuição do tempo de cozimento.

Quadro 4 - Qualidade das massas alimentícias produzidas com farinhas mistas durante os tempos 0, 30 e 60 dias de estocagem

| Produtos                           | Tempo de cozimento(min) |              |            | Absorção  |              |           | Aumento de volume |              |           | Perda sólidos solúveis (%) |              |            |
|------------------------------------|-------------------------|--------------|------------|-----------|--------------|-----------|-------------------|--------------|-----------|----------------------------|--------------|------------|
|                                    | 0                       | 30<br>(dias) | 60         | 0         | 30<br>(dias) | 60        | 0                 | 30<br>(dias) | 60        | 0                          | 30<br>(dias) | 60         |
| Macarrão controle                  | 9,5±0,71                | 10,5±0,0     | 11,25±0,35 | 2,93±0,25 | 3,09±0,32    | 3,25±0,05 | 3,62±0,53         | 3,68±0,44    | 3,62±0,18 | 13,11±2,21                 | 13,22±2,83   | 12,24±1,01 |
| Macarrão com:                      |                         |              |            |           |              |           |                   |              |           |                            |              |            |
| 85% f. trigo + 15% f. soja DRC     | 7,0±0,0                 | 9,0±0,71     | 7,5±0,71   | 2,64±0,18 | 3,00±0,10    | 2,75±0,10 | 2,50±0,71         | 3,37±0,18    | 3,12±0,18 | 11,62±0,05                 | 17,07±0,49   | 15,77±0,05 |
| 75% f. trigo + 25% f. soja DRC     | 8,0±0,0                 | 7,0±0,00     | 6,25±0,35  | 2,98±0,03 | 2,84±0,13    | 2,67±0,08 | 3,15±0,49         | 3,25±0,35    | 3,25±0,00 | 13,05±0,28                 | 13,86±0,34   | 12,06±1,15 |
| 65% f. trigo + 35% f. soja DRC     | 8,0±0,0                 | 7,0±0,00     | 6,5±0,0    | 2,76±0,03 | 2,84±0,03    | 2,59±0,03 | 2,92±0,46         | 2,82±0,00    | 3,50±0,71 | 12,51±0,39                 | 13,64±0,14   | 11,30±0,28 |
| Macarrão com:                      |                         |              |            |           |              |           |                   |              |           |                            |              |            |
| 85% f. trigo + 15% f. soja DRCD    | 8,0±0,00                | 7,5±0,00     | 8,0±0,00   | 2,95±0,08 | 3,20±0,10    | 3,11±0,04 | 3,25±0,00         | 3,62±0,18    | 3,62±0,18 | 11,16±0,91                 | 11,31±0,56   | 13,60±0,33 |
| 75% f. trigo + 25% f. soja DRCD    | 7,5±0,71                | 8,2±0,35     | 7,5±0,00   | 2,58±0,12 | 2,54±0,33    | 2,69±0,25 | 2,87±0,18         | 2,96±0,52    | 3,12±0,18 | 12,52±1,30                 | 16,43±0,30   | 6,99±2,06  |
| 65% f. trigo + 35% f. soja DRCD    | 8,0±0,00                | 8,0±0,00     | 8,5±0,71   | 2,64±0,19 | 2,49±0,01    | 2,58±0,09 | 3,00±0,35         | 2,75±0,00    | 2,87±0,18 | 15,37±1,42                 | 17,46±0,22   | 13,69±0,27 |
| Macarrão com;                      |                         |              |            |           |              |           |                   |              |           |                            |              |            |
| 85% f. trigo + 15% f. soja DRCTN   | 7,7±0,35                | 7,0±0,00     | 6,7±0,35   | 2,84±0,10 | 2,98±0,01    | 3,08±0,11 | 3,25±0,00         | 3,50±0,00    | 3,50±0,35 | 11,32±0,96                 | 16,47±0,65   | 10,76±1,49 |
| 75% f. trigo + 25% f. soja DRCTN   | 8,0±0,00                | 6,0±0,00     | 8,0±0,00   | 3,00±0,08 | 2,81±0,13    | 2,83±0,28 | 3,50±0,00         | 3,12±0,18    | 3,25±0,35 | 13,52±0,46                 | 14,05±0,30   | 13,05±2,33 |
| 65% f. trigo + 35 % f. soja DRCTN  | 6,5±0,00                | 6,0±0,00     | 7,2±0,35   | 2,67±0,07 | 2,42±0,08    | 2,66±0,12 | 3,12±0,18         | 2,75±0,00    | 3,12±0,18 | 12,73±0,90                 | 16,54±2,02   | 11,44±0,39 |
| Macarrão com:                      |                         |              |            |           |              |           |                   |              |           |                            |              |            |
| 85% f. trigo + 15% f. soja DRCTND  | 7,7±0,35                | 8,5±0,71     | 8,0±0,00   | 2,93±0,07 | 3,19±0,05    | 2,90±0,21 | 3,37±0,18         | 3,62±0,18    | 3,25±0,35 | 14,78±0,88                 | 14,10±0,55   | 11,16±1,24 |
| 75% f. trigo + 25% f. trigo DRCTND | 7,2±0,35                | 8,2±1,06     | 7,5±0,71   | 2,59±0,24 | 3,25±0,35    | 2,60±0,35 | 3,00±0,35         | 3,25±0,35    | 2,93±0,44 | 16,39±1,22                 | 14,46±0,26   | 7,42±0,81  |
| 65% f. trigo + 35% f. trigo DRCTND | 7,0±0,00                | 8,2±0,35     | 7,0±0,00   | 2,56±0,14 | 2,72±0,07    | 2,73±0,06 | 2,87±0,18         | 3,06±0,08    | 3,07±0,25 | 9,33±0,42                  | 13,05±1,46   | 8,84±0,60  |

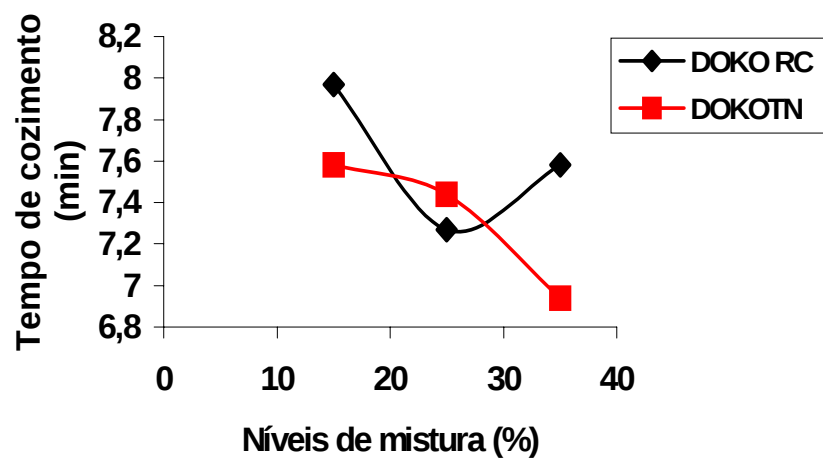


Figura 23 - Efeito dos níveis de mistura no tempo de cozimento dos macarrões provenientes das farinhas de soja.

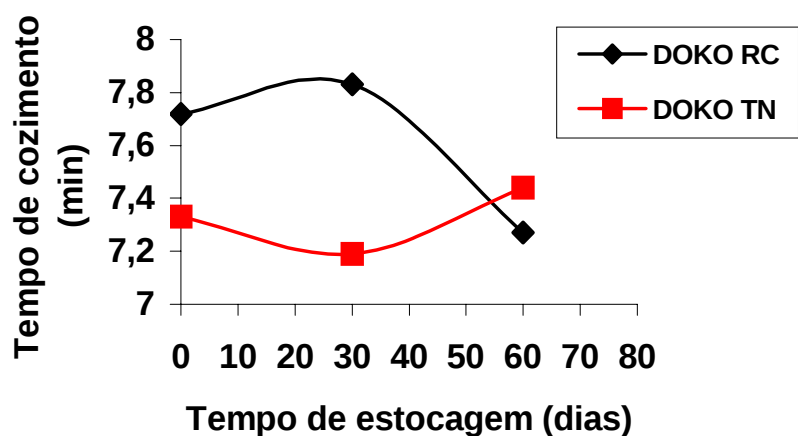


Figura 24 - Efeito do tempo de armazenamento no tempo de cozimento dos macarrões obtidos das farinhas integrais de soja.

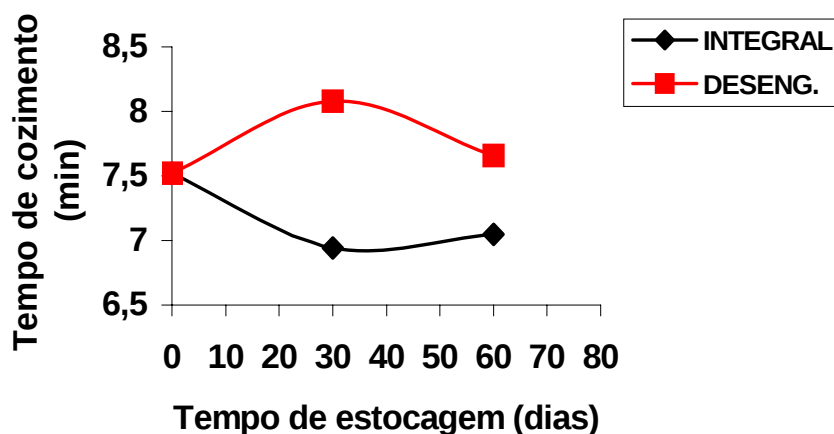


Figura 25 - Efeito do tempo de armazenamento no tempo de cozimento dos macarrões provenientes das farinhas de soja integrais e desengorduradas.

#### 4.4.2 Absorção de água

Na Figura 26 encontra-se os dados de absorção de água das massas relacionadas com os níveis de substituição da farinha de trigo. Observou-se que a adição de farinha de soja integral ou desengordurada influenciou na absorção de água do macarrão após sua cocção. Para as massas com farinha Doko RC os valores de absorção foram 2,96, 2,73 e 2,69, para os níveis 15%, 25% e 35%, respectivamente. Massas com farinha Doko RC TN os valores foram 2,96, 2,83 e 2,65, para os níveis 15%, 25% e 35%, respectivamente (Ver Apêndice). Portanto, com o aumento do nível de substituição observou-se uma redução na absorção de água.

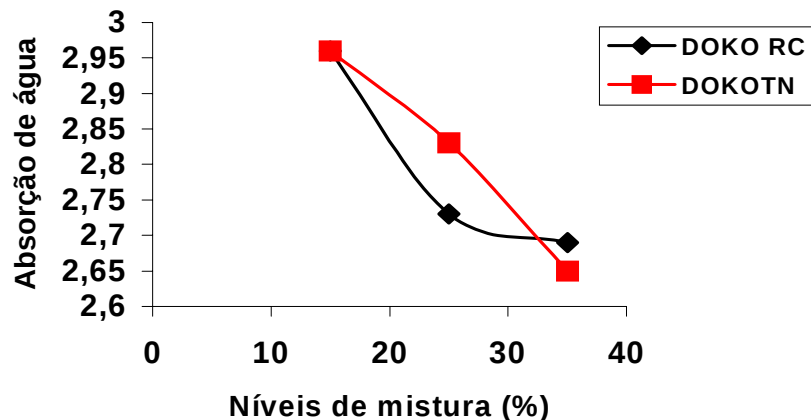


Figura 26 - Efeito do nível de mistura na absorção de água pelos macarrões provenientes das farinhas de soja

Quando se compara a absorção de água entre o cultivar e a linhagem verificou-se que para Doko RC integral a absorção foi maior do que para a linhagem Doko RC TN, enquanto, a absorção de água foi maior para a Doko RC TN desengordurada do que para o cultivar Doko RC desengordurada.

Observou-se que a absorção de água para as farinhas de soja integral e desengordurada diminuiu a medida que se aumentou os níveis de adição de farinha de soja (Figura 27).

Os resultados apresentados no Quadro 4 indicam que a absorção de água dos macarrões foram menores do que para o macarrão controle. Vários autores, também, observaram que a adição de farinhas de leguminosas causaram uma redução na absorção de água nas massas alimentícias. Nielsen et al. (1980) citado por BAHNASSEY & KHAN (1986) encontraram uma reduzida absorção de água para espaguete contendo 33% de farinha de ervilha ou 20% de concentrado protéico de ervilha. Também, BAHNASSEY & KHAN (1986) encontraram que a absorção de água de espaguete fortificado com vários níveis de farinhas de leguminosas diminuiu a medida que se aumentou o nível de fortificação. REINHARD et al. (1988) avaliando a estabilidade dos macarrões fortificados com farinhas e concentrados protéicos de feijões (“pinto” e “navy”) durante a

estocagem, verificaram que a absorção de água foi maior para espaguete fortificados com 10% de farinha e com 10% de concentrado protéico de feijão “navy”.

Neste trabalho, a absorção de água das massas não sofreu influência do tempo de armazenamento.

De acordo com trabalhos de BANASIK (1976) e DONNELLY (1978) o macarrão de boa qualidade deve absorver de 2 a 3 vezes seu peso em água. Um dos fatores que contribuem para o aumento da absorção de água do macarrão durante o cozimento é a pré-gelatinização inicial do amido quando submetido às temperaturas de secagem.

PEREIRA (1991) em seu trabalho com farinha de batata doce como substituto de parte da farinha de trigo na produção de macarrão massa fresca, encontrou bons valores de absorção de água para o nível de 10% de substituição.

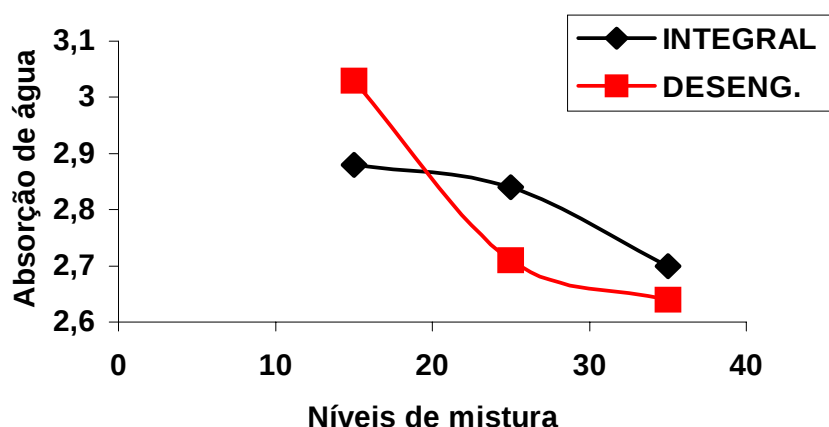


Figura 27 - Efeito dos níveis de misturas de farinhas integrais e desengorduradas na absorção de água pelo macarrão.

#### **4.4.3. Aumento de volume**

Observou-se que para o nível de substituição de 15% o aumento de volume foi maior, com valor de 3,40. Para os demais níveis, o aumento de volume permaneceu constante, com valores de 3,14 para o nível de 25% e 3,01 para o nível de 35%. (Ver Apêndice)

De acordo com valores encontrados na literatura, o macarrão de boa qualidade deve aumentar de 3 a 3,5 vezes o seu volume original (BANASIK, 1976; DONNELLY, 1978).

Em se tratando de farinhas mistas os resultados do aumento de volume para os níveis 15%, 25% e 35% de mistura foram aceitáveis.

#### **4.4.4. Perda de sólidos solúveis**

Observa-se na Figura 28 que para massas integrais com 15% de mistura a perda de sólidos foi de 13,71%, e para os níveis de 25% e 35% as perdas de sólidos permaneceram constantes, sendo os valores de 12,88% e 13,06%, respectivamente. Para as massas desengorduradas, a maior perda observada foi para o nível de 35%, cujo valor foi 14,97%. Já para os níveis 15% e 25% as perdas foram menores, sendo 12,96% e 12,20%, respectivamente. (Ver Apêndice).

LEE et al. (1998) verificaram que as perdas de sólidos solúveis de macarrão fortificado com 10%, 20% e 30% de farinha de grão de bico foram 7,88%, 8,67% e 9,10%, respectivamente. Nesse trabalho, os autores constataram que as perdas foram similares ou menores do que o controle.

A perda de sólidos solúveis dos espaguetes produzidos com misturas de trigo-soja foi bastante acentuada durante o tempo de estocagem (Figuras 29, 30). Houve uma acentuada perda de sólidos solúveis para todos os níveis de fortificação (Figura 31).

A perda de sólidos solúveis para o macarrão controle foi de 12,66, 13,63 e 12,88% para os tempos de estocagem de 0, 1 e 2 meses (Quadro 4).

BAHNASSEY & KHAN (1986) evidenciaram que a perda de sólidos solúveis para espaguetes fortificados com farinhas de leguminosas foi maior a medida que o nível de substituição (5, 10, 15, 20 e 25%) aumentava. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por REINHARD et al. (1988) que acharam uma maior perda de sólidos solúveis quando o espagete foi produzido com mistura de semolina-feijão.

A aparência das massas não sofreu muita alteração em função da adição das farinhas de soja como pode ser observado nas Figuras 32 e 33.

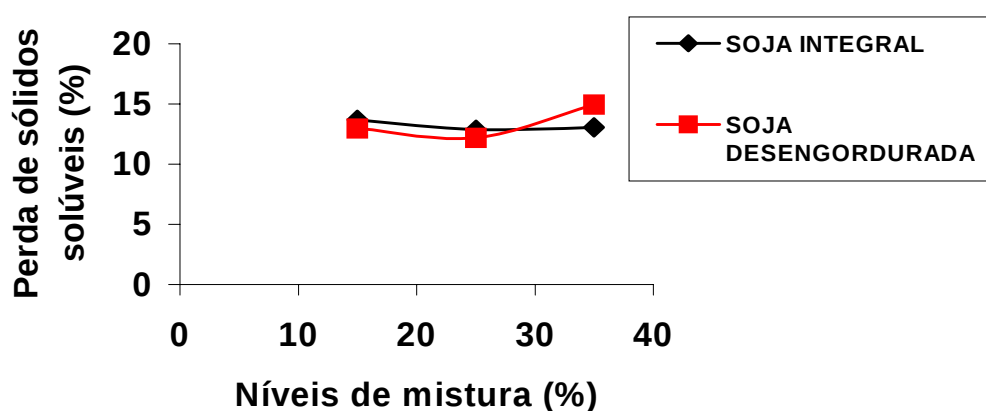


Figura 28 - Efeito do nível de mistura nas perdas de sólidos solúveis pelos macarrões integrais e desengordurados.

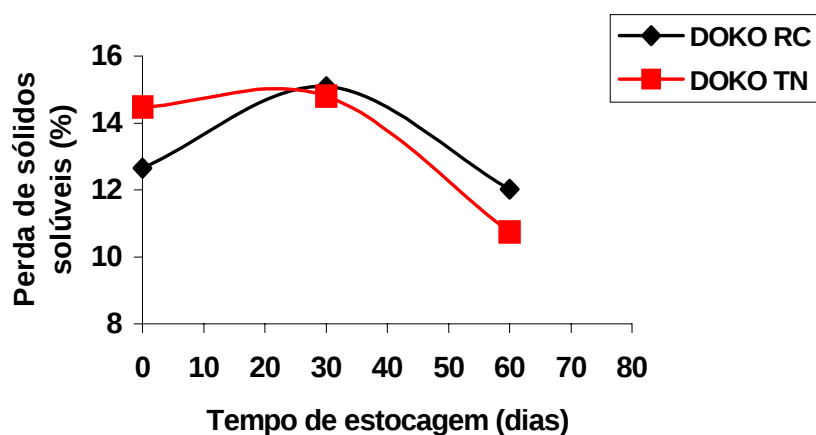


Figura 29 - Efeito do tempo de estocagem nas perdas de sólidos solúveis pelos macarrões provenientes das farinhas de soja.

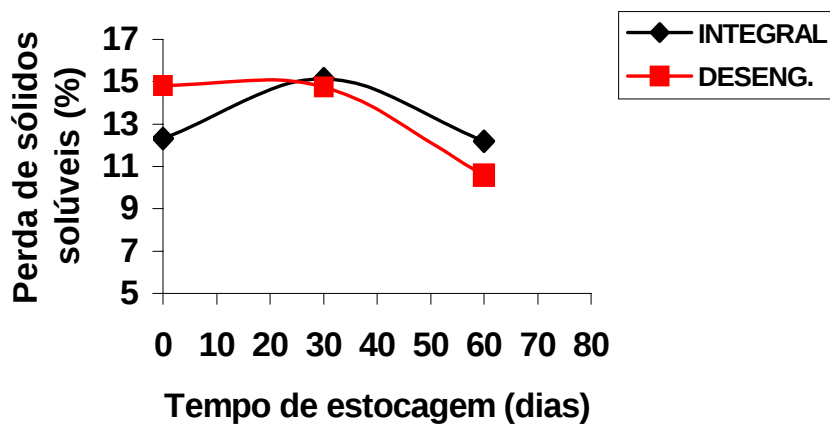


Figura 30 - Efeito do tempo de estocagem nas perdas de sólidos solúveis pelos macarrões integrais e desengordurados.

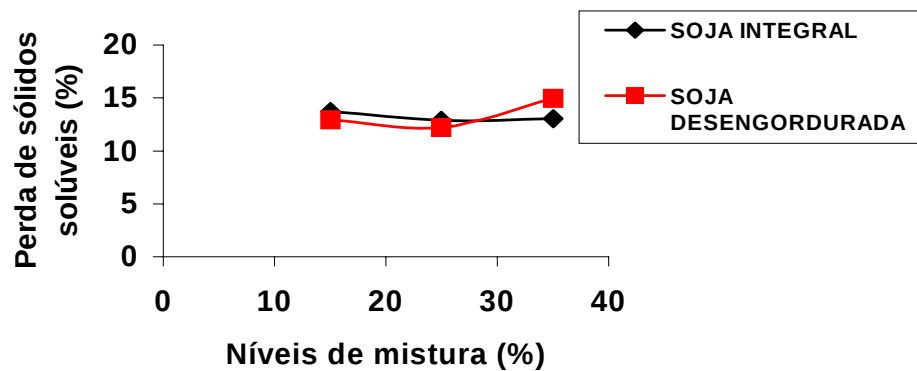
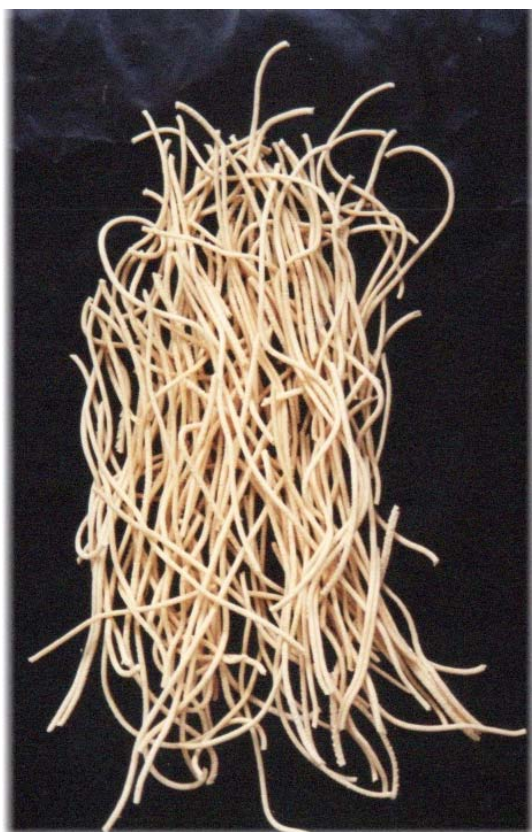


Figura 31 - Efeito do tempo de estocagem nas perdas de sólidos solúveis pelos macarrões com diferentes níveis de mistura.



DRC 15%



DRC 35%

Figura 32 - Massas do tipo espaguete produzidas com farinha de trigo e de soja Doko RC integral.



DRC 25%

DRC 35%

Figura 33 - Massas do tipo espaguete produzidas com farinha de trigo e de soja Doko RC TN integral.

#### 4.5. Composição centesimal do macarrão

O Quadro 5 apresenta a avaliação da composição bioquímica dos macarrões à base de farinha mista trigo - soja, distribuídas nos três níveis de substituição.

Os níveis de proteína dos macarrões crus aumentaram com o aumento da substituição de parte da farinha de trigo. Como esperado, quando se aumentou a porcentagem de farinha de soja na mistura a quantidade de proteína aumentou no macarrão. Quando se empregou a variedade Doko RC o conteúdo de proteína aumentou mais quando comparado com a linhagem Doko RC TN. Este resultado corresponde às diferenças na composição química das farinhas de soja provenientes da variedade e da linhagem como discutido na análise da composição química das farinhas utilizadas na produção do macarrão.

Os níveis de proteína para as massas produzidas com farinha de soja comercial integral foram 17,02%, 20,39% e 23,08%, para os níveis de substituição de 15%, 25% e 35%, respectivamente. Para massas com farinha de soja melhorada integral foram 16,56%, 18,85% e 21,50%, para os níveis de substituição de 15%, 25% e 35%, respectivamente.

LEE et al. (1998) produziram massas com mistura de farinha de grão de bico e trigo com 16,04%, 16,61% e 17,20% de proteína quando a proporção de farinhas de trigo: grão de bico era de 90: 10, 80: 20 e 70: 30, respectivamente. BAHNASSEY et al. (1986) obtiveram espaguete com nível de proteína em torno de 20% quando utilizaram uma mistura de 15% de farinhas de leguminosas ( feijão “navy”, feijão pinto e lentilha) com semolina. Porém, quando usaram 15% de concentrados protéicos das leguminosas o teor de proteína elevou-se para 27%. EL-DASH et al. (1994) elevaram o conteúdo protéico do pão quando adicionaram 12% de farinha de soja desengordurada à farinha de trigo. TIBÚRCIO (2000) desenvolveu uma farofa preparada a partir da farinha mista de soja melhorada integral e farinha de mandioca (proporção de 1: 1) contendo 21% de proteína.

Quadro 5 - Composição centesimal (%) dos macarrões à base de farinha mista trigo-soja

|                   | % de Subst. | Soja integral |             | Soja desengordurada |             |
|-------------------|-------------|---------------|-------------|---------------------|-------------|
|                   |             | Doko RC       | Doko TN     | Doko RC             | Doko TN     |
| Umidade (%)       | 15          | 10,92±0,32    | 10,00±0,36  | 11,21±0,51          | 10,19±0,02  |
|                   | 25          | 9,41±0,07     | 9,40±0,20   | 11,27±0,28          | 11,51±0,32  |
|                   | 35          | 8,59±0,03     | 9,35±0,22   | 11,59±0,73          | 9,63±0,07   |
| Proteína (%)      | 15          | 17,02±0,11    | 16,56±0,05  | 19,06±0,02          | 17,99±0,00  |
|                   | 25          | 20,39±0,03    | 18,85±0,07  | 22,35±0,08          | 21,98±0,31  |
|                   | 35          | 23,08±0,10    | 21,50±0,13  | 27,77±1,31          | 26,35±0,44  |
| Lipídios (%)      | 15          | 6,11±0,06     | 5,80±0,00   | 2,48±0,01           | 2,38±0,04   |
|                   | 25          | 8,33±0,09     | 7,84±0,12   | 2,27±0,03           | 2,19±0,08   |
|                   | 35          | 10,82±0,16    | 10,03±0,23  | 2,24±0,01           | 2,02±0,08   |
| Daidzeína (mg/g)  | 15          | 0,07±0,004    | 0,25±0,002  | 0,08±0,003          | 0,34±0,042  |
|                   | 25          | 0,12±0,013    | 0,48±0,042  | 0,14±0,006          | 0,61±0,008  |
|                   | 35          | 0,17±0,004    | 0,66±0,090  | 0,21±0,006          | 0,87±0,057  |
| Gliciteína (mg/g) | 15          | 0,01±0,001    | Traços      | 0,003±0,002         | Traços      |
|                   | 25          | 0,01±0,002    | Traços      | 0,01±0,003          | Traços      |
|                   | 35          | 0,02±0,001    | Traços      | 0,02±0,002          | Traços      |
| Genistéina (mg/g) | 15          | 0,12±0,005    | 0,27±0,003  | 0,13±0,004          | 0,36±0,042  |
|                   | 25          | 0,19±0,009    | 0,53±0,047  | 0,22±0,016          | 0,66±0,014  |
|                   | 35          | 0,26±0,006    | 0,71±0,083  | 0,33±0,008          | 0,90±0,022  |
| Rafinose (mg/g)   | 15          | 2,50±0,141    | 1,57±0,092  | 2,62±0,035          | 2,66±0,00   |
|                   | 25          | 2,81±0,092    | 2,32±0,566  | 3,54±0,247          | 3,36±0,056  |
|                   | 35          | 4,36±0,630    | 3,14±0,049  | 5,36±0,488          | 4,80±0,559  |
| Estaquiose (mg/g) | 15          | 6,09±0,155    | 6,04±0,064  | 7,75±0,028          | 7,56±0,021  |
|                   | 25          | 10,06±0,042   | 10,49±0,141 | 11,86±0,042         | 13,02±0,028 |
|                   | 35          | 16,19±1,478   | 14,46±0,438 | 18,60±1,167         | 19,96±1,011 |

Analisando o componente lipídico dos macarrões observou-se que aqueles produzidos com farinha integral de soja Doko RC apresentaram níveis maiores de lipídios que os produzidos com farinha integral de soja Doko RC TN.

Quanto aos teores de isoflavonas daidzeína, gliciteína e genisteína nos macarrões pôde-se observar que houve diferença significativa entre as variedades. Macarrões produzidos com farinha de soja melhorada apresentaram maiores teores de daidzeína e genisteína quando comparados com os produzidos com farinha de soja Doko RC. Para daidzeína nos macarrões provenientes de farinha de soja Doko RC TN os valores foram 0,25, 0,48 e 0,66 mg/g de macarrão, para os níveis de substituição de 15%, 25% e 35%, respectivamente. Nos macarrões produzidos com farinha de soja Doko RC, os níveis de daidzeína foram 0,07, 0,12 e 0,17 mg/g de macarrão, para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente.

Não foi detectado gliciteína nos macarrões contendo farinha de soja Doko TN, concluindo que a linhagem não possui este isoflavonóide. Nos macarrões de farinha de soja comercial os teores de gliciteína foram 0,01, 0,01 e 0,02 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente.

Quanto a genisteína, os valores para os macarrões de farinha de soja Doko RC TN foram 0,27, 0,53 e 0,71 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente. Os valores para os macarrões de farinha de soja Doko RC foram 0,12, 0,19 e 0,26 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente.

A partir dos teores de isoflavonas encontrados nas amostras estimou-se que os teores de daidzeína, gliciteína e genisteína para a farinha integral de soja Doko RC foram 0,48; 0,057; 0,74 mg/g de farinha, respectivamente, num total de 1,277 mg de isoflavonas. Para a farinha integral de soja melhorada, os teores de daidzeína, gliciteína e genisteína foram 1,877; 0,0 e 2,031 mg/g de farinha, respectivamente, num total de 3,918 mg de isoflavonas. Nas farinhas desengorduradas estes teores totais de isoflavonas aumentaram para cerca de 1,60 mg/g para Doko RC e 5,062 mg/g para Doko RC TN.

Isoflavonas são os principais compostos fenólicos na soja e estão presentes na forma de 7-o-beta-glicosídeos (daidzina, glicitina e genistina), 7-o-

beta-(6-o-acetil)-glicosídeos (acetildaidzina, acetilgenistina e acetilglcitina) e 7-o-beta-(6-o-malonil)-glicosídeos (malonildaidzina, malonilgenistina e malonilglcitina) (GENOVESE & LAJOLO, 2001; PANDJAITAN et al., 2000).

A quantidade de isoflavonas no grão de soja varia de acordo com a variedade, ano e local de plantio (PANDJAITAN et al., 2000). PANDJAITAN et al (2000) determinaram o conteúdo de genisteína de 13 variedades de soja e observou uma variação de 0,221 a 0,553 mg/g de amostra. MURPHY et al. (1999) avaliaram alimentos à base de soja como tofu, tempeh, extrato hidrossolúvel de soja e análogos de carne e acharam que os níveis de isoflavonas variaram de 1 µg/g em molhos de soja até 540 µg/g em tempeh. WANG & MURPHY (1996) analisaram o conteúdo de isoflavonas de sojas empregadas no preparo de tempeh, extrato hidrossolúvel de soja, tofu e isolado protéico. Esses autores encontraram que para a variedade usada na produção de tempeh os teores de daidzeína, genisteína e gliciteína foram de 0,392; 0,739 e 0,048 mg/g de soja crua, respectivamente. Quanto a soja utilizada na produção de extrato hidrossolúvel e tofu os valores de daidzeína, genisteína e gliciteína foram de 0,099; 0,207 e 0,057 mg/g de soja crua, respectivamente. Os níveis de daidzeína, genisteína e gliciteína para a soja empregada na produção de isolado protéico foram de 0,182; 0,368 e 0,048 mg/g de soja crua, respectivamente.

Os teores de isoflavonas totais foram significativamente maiores nos macarrões obtidos da farinha mista com farinha de soja melhorada do que macarrões produzidos com farinha de soja Doko RC. Como exemplo, os teores de isoflavonas totais nos macarrões com 35% de farinha de soja integral Doko RC foram de 0,45 mg/g de macarrão, enquanto para macarrões produzidos com 35% de farinha de soja integral de Doko RC TN os teores de isoflavonas foram de 1,37 mg/g de macarrão. Para macarrões produzidos com farinha de soja desengordurada, os teores de isoflavonas foram de 0,56 mg/g de macarrão com soja Doko RC e 1,77 mg/g de macarrão com soja Doko RC TN.

Os oligosacarídeos de rafinose foram quantificados nos macarrões e seus teores podem ser vistos no Quadro 5. Observou-se que houve

diferença significativa dos conteúdos de rafinose e estaquiose entre a variedade Doko RC e a linhagem Doko RC TN.

Quanto ao teor de rafinose, os macarrões produzidos com farinha integral de soja Doko RC tiveram maiores valores, que foram de 2,50, 2,81 e 4,36 mg/g de macarrão para os níveis de substituição de 15%, 25% e 35%, respectivamente. Para aqueles produzidos com farinha integral de soja melhorada o teor de rafinose foram de 1,57, 2,32 e 3,14 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%.

Os valores de estaquiose para macarrões com soja comercial foram 6,09, 10,06 e 16,19 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente. Para macarrões com soja melhorada estes valores foram 6,04, 10,49 e 14,46 mg/g de macarrão para os níveis de 15%, 25% e 35%, respectivamente.

TRUGO et al. (1995) determinaram a composição de açúcares digeríveis e não – digeríveis de 20 cultivares de soja plantadas no Brasil e encontraram valores de teores de rafinose e estaquiose que variaram de 4 a 14 mg/g e de 32 a 46 mg/g em base seca, respectivamente.

BIANCHI et al. (1984) avaliaram o conteúdo de oligosacarídeos em 10 variedades de soja de tegumento escuro e encontraram valores de rafinose e estaquiose que variaram de 0,76% a 0,87% e de 2,75% a 4,02%, respectivamente.

MWANDEMELE (1986) estudou o conteúdo de oligosacarídeos de 72 variedades de soja e os valores encontrados variaram de 0,82% a 1,42% para rafinose e de 2,93% a 3,74% para estaquiose.

LIU & MARKAKIS (1987) estudaram dois cultivares de soja “Beeson 80” e “Pella” e acharam que para o cultivar “Beeson-80” os teores de rafinose e estaquiose foram 0,52% e 3,18%, respectivamente. Para o cultivar “Pella”, os teores de rafinose e estaquiose foram 0,66% e 2,71%, respectivamente.

SILVA et al. (1990) determinaram o conteúdo de rafinose e estaquiose em três cultivares cultivadas no Brasil IAC-5, IAC-8 GX e FOSCARIM GA e os valores encontrados foram 0,96%, 1,16% e 0,75% e 3,44%, 3,28% e 4,09%, respectivamente. Nesse trabalho, a variedade Doko RC apresentou teores de

rafinose e estaquiose de 11,24 mg/g e 40 mg/g de farinha de soja, respectivamente. A linhagem Doko RC TN apresentou teores de rafinose e estaquiose de 9,3 mg/g e 42 mg/g de farinha de soja.

Analisando o conteúdo de lipídios, observa-se que a variedade comercial possui uma quantidade de lipídios maior que a soja melhorada e isto refletiu no conteúdo lipídico das massas.

#### **4.6. Acidez aquo-solúvel**

A determinação de acidez é um parâmetro bastante utilizado para se avaliar o estado de conservação de um produto alimentício. O processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera a concentração de íons hidrogênio.

Os resultados do comportamento de desenvolvimento de acidez para macarrões fortificados com farinha integral e desengordurada de soja Doko RC, em função do tempo de estocagem e dos níveis de substituição estão apresentados nas Figuras 34 e 35. Para macarrões produzidos com farinhas integral e desengordurada de soja Doko RC TN, os resultados da produção de acidez durante a estocagem e em função dos níveis de substituição podem ser vistos nas Figuras 36 e 37. Observou-se que a porcentagem de acidez do macarrão aumentou tanto com o tempo de estocagem bem como com o nível de mistura.

O comportamento do macarrão à base de soja melhorada (Doko RC TN) traduz-se por uma acidez mais acentuada que o macarrão à base de soja comercial (Doko RC). Porém, ambos encontram-se acima dos valores de acidez da legislação oficial para o macarrão, que é no máximo de 5,0 mL N%, de acordo com a legislação brasileira (ABIMA, 2002).

REINHARD et al. (1988) encontraram que a acidez dos espaguete fortificados com farinhas de feijão “navy” e de feijão pinto e com farinhas de seus concentrados protéicos foi maior durante estocagem que o controle. A acidez foi mais elevada para espaguete fortificados com os concentrados protéicos dos feijões.

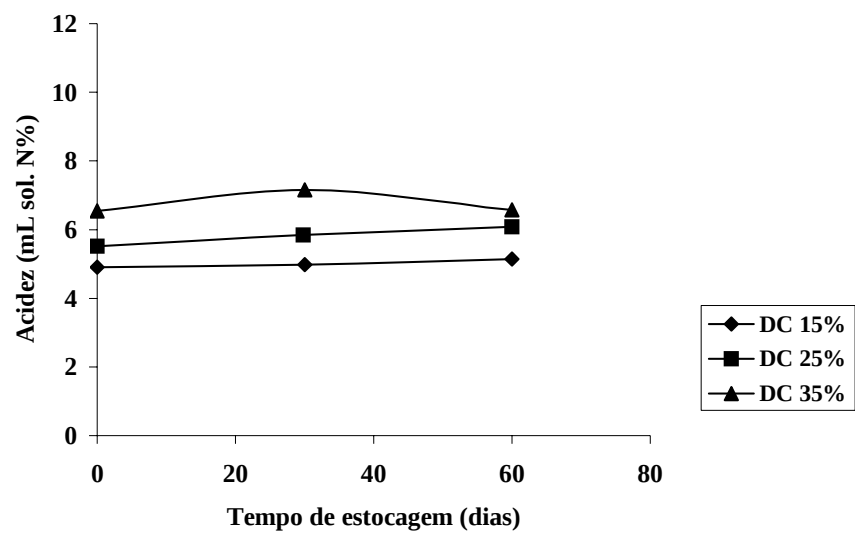


Figura 34 - Curva de acidez durante estocagem do macarrão produzido com diferentes níveis de farinha de soja Doko comercial.

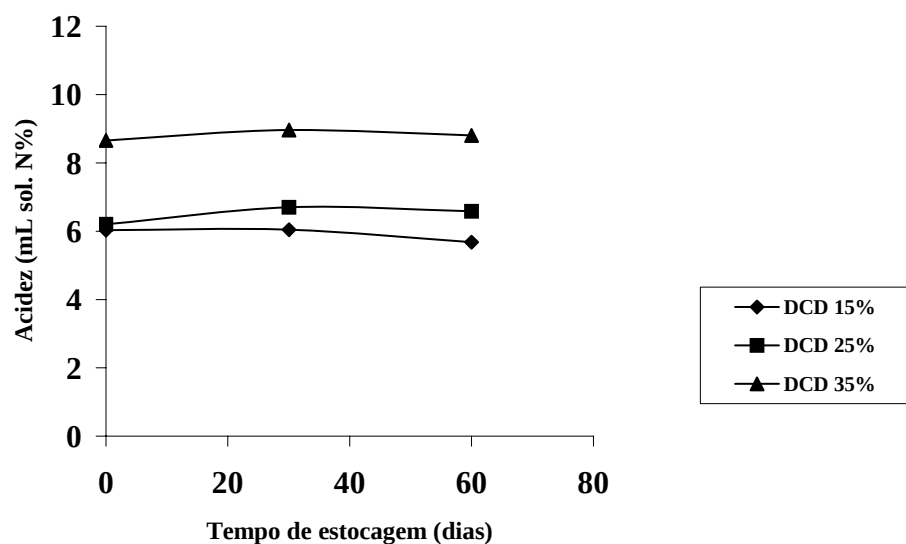


Figura 35 - Curva de acidez durante a estocagem do macarrão produzido com diferentes níveis de farinha desengordurada de soja Doko comercial.

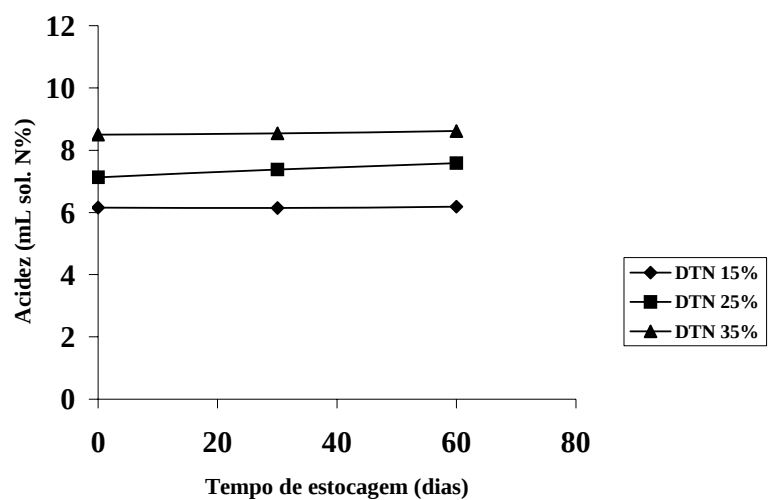


Figura 36 - Curva de acidez durante estocagem do macarrão produzido com diferentes níveis de farinha de soja Doko RC TN.

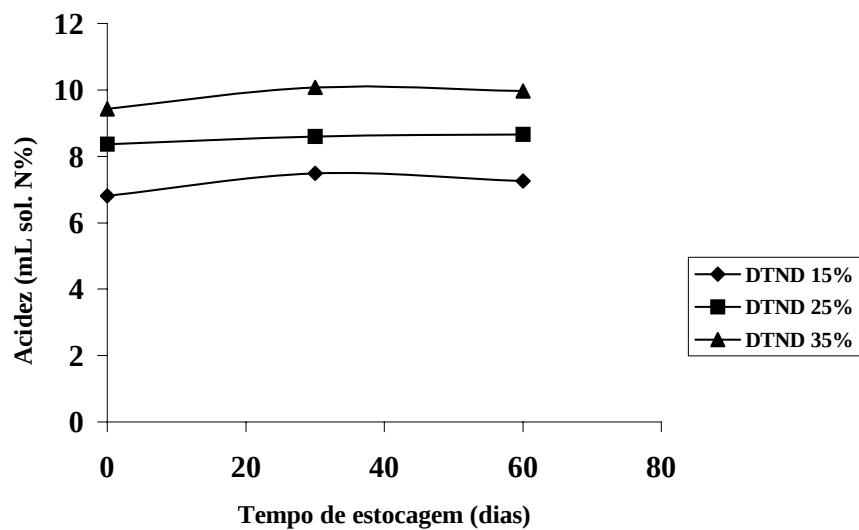


Figura 37 - Curva de acidez durante estocagem do macarrão produzido com diferentes níveis de farinha desengordurada de soja Doko RC TN.

#### 4.7. Análise sensorial

Quando se desenvolve um novo produto torna-se necessária a sua avaliação pelo consumidor. Para avaliação de aceitação emprega-se métodos afetivos, os quais medem as atitudes subjetivas de aceitação ou preferência de um produto de forma individual ou em relação a outros. As médias das notas obtidas na avaliação sensorial das amostras de macarrão estão no Quadro 6.

Quadro 6 - Escores médios ajustados de aceitação para os macarrões à base de farinha mista trigo – soja, em escala hedônica de nove pontos

| Tratamento                              | Média |
|-----------------------------------------|-------|
| Macarrão controle                       | 6,28  |
| Macarrão com:                           |       |
| 85% f. trigo + 15% f. soja Doko RC      | 5,91  |
| 75% f. trigo + 25% f. soja Doko RC      | 6,44  |
| 65% f. trigo + 35% f. soja Doko RC      | 5,93  |
| Macarrão com:                           |       |
| 85% f. trigo + 15% f. soja Doko RCD*    | 6,20  |
| 75% f. trigo + 25% f. soja Doko RCD     | 6,32  |
| 65% f. trigo + 35% f. soja Doko RCD     | 5,83  |
| Macarrão com:                           |       |
| 85% f. trigo + 15% f. soja Doko RC TN   | 7,23  |
| 75% f. trigo + 25% f. soja Doko RC TN   | 6,08  |
| 65% f. trigo + 35% f. soja Doko RC TN   | 5,10  |
| Macarrão com:                           |       |
| 85% f. trigo + 15% f. soja Doko RC TND* | 7,16  |
| 75% f. trigo + 25% f. soja Doko RC TND  | 6,20  |
| 65% f. trigo + 35% f. soja Doko RC TND  | 6,36  |

\*D = farinha de soja desengordurada.

Em se tratando de blocos incompletos foi calculada a média ajustada (m) segundo procedimento estatístico citado por GOMES (1987) que envolve cálculos de totais de blocos ( $T_i$ ) e de correções para efeito de blocos ( $A_i$ ).

A maior média ajustada, 7,23, correspondeu à amostra de macarrão com 15% de farinha de soja Doko RC TN (Quadro 6), ficando na faixa “gostei moderadamente”. Observa-se que para os macarrões com 35% de substituição as notas foram menores, ficando na faixa de “indiferente”, na escala hedônica. Os demais produtos classificaram-se, na escala hedônica, como aceitáveis, situando-se os produtos na faixa de “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”.

No trabalho de TIBÚRCIO (2000) utilizando uma soja melhorada na produção de uma farinha mista de mandioca – soja para a fabricação de farofa observou-se que a farofa proveniente da farinha mista com a soja melhorada situou-se na escala hedônica na faixa de “gostei muito”.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivo a avaliação tecnológica de uma linhagem de soja melhorada para redução do *beany flavor* (com ausência das três lipoxigenases) da semente na produção de massas alimentícias. Portanto, inicialmente foram elaboradas farinhas mistas de trigo e soja com 15%, 25% e 35% de adição de farinhas de soja integral e desengordurada de uma variedade comercial (Doko RC) e de uma linhagem melhorada (Doko RC TN).

As características reológicas das farinhas mistas foram determinadas, onde se concluiu que a suplementação da farinha de trigo com farinhas de soja causaram aumento na absorção de água. O tempo de chegada das farinhas mistas permaneceram praticamente iguais quando comparados com a farinha de trigo padrão, exceto para a farinha mista de trigo – soja DokoTN, em todos os níveis. Não houve, também, grandes alterações nos valores de tempo de saída para as farinhas mistas de trigo e de soja Doko RC e Doko TN. O tempo de desenvolvimento da massa (tempo de pico) foi maior para as farinhas mistas com farinhas desengorduradas de soja Doko RC e Doko TN. Quanto a estabilidade das farinhas, houve uma pequena redução quando comparado com a farinha de trigo padrão. Um aumento no índice de tolerância foi obtido para as misturas contendo diferentes níveis de farinhas integrais e desengorduradas de soja comercial e da linhagem melhorada. Concluindo, em todos os níveis de

mistura observou-se um aumento na absorção de água, um enfraquecimento da massa, uma diminuição da estabilidade e uma não alteração no tempo de pico e índice de tolerância.

Pelos parâmetros analisados do extensograma, as farinhas mistas mostraram ser uma farinha média, que pode ser comprovado pelo valor de energia que está entre uma farinha fraca e uma farinha forte, e pelo valor da extensibilidade, indicando que são massas muito resistentes ao esticamento.

Essa força das farinhas mistas foram também comprovadas pelo alto valor do número proporcional e pelo baixo valor do “oxynumber”, sendo esse par de valores indicador de farinha forte.

Quanto a análise tecnológica dos macarrões notou-se que com a adição de diferentes níveis de farinhas de soja houve grandes alterações no tempo de cozimento e nas perdas de sólidos solúveis. O tempo de cozimento para todos os macarrões foi significativamente menor quando comparado com o macarrão controle. A perda de sólidos solúveis para os macarrões fortificados foi maior para todos os níveis de substituição tanto para os macarrões produzidos com farinha de soja Doko RC quanto para aqueles produzidos com farinha de soja Doko TN. Tanto a absorção quanto o aumento de volume dos macarrões fortificados mostrou um ligeiro decréscimo para todos os níveis de substituição.

A estabilidade dos macarrões durante o armazenamento foram avaliados durante os tempos zero, um e dois meses para a determinação da acidez aquo – solúvel. A acidez dos macarrões aumentou durante a estocagem, especialmente para macarrões fortificados com farinha de soja Doko TN.

Na análise sensorial, observou-se que os macarrões fortificados, tanto com farinha de soja Doko RC quanto com farinha de soja Doko RC TN, obtiveram uma boa aceitação, situando-se na escala hedônica nas faixas “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. No entanto, os macarrões fortificados com farinha de soja da linhagem sem lipoxigenases destacaram-se, especialmente, quando foi usada farinha mista contendo 15% de farinha de soja (tanto integral como desengordurada).

A composição centesimal dos macarrões fortificados revelou produtos com alto teor protéico.

Os macarrões produzidos com farinha mista de trigo com soja melhorada Doko RC TN apresentaram teores de isoflavonas mais elevados quando comparados com os macarrões produzidos com farinha mista de trigo com soja Doko RC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABECASSIS, J. Durum wheat milling: principles and effects on pasta quality. **Cereal Foods World**, v.46, n.8, p. 357-359, 2001.
- ARAÚJO, J.M.A., CARLOS, J.C.S., SEDYAMA, C.S. Isoflavonas em grãos de soja: importância da atividade de  $\beta$ -glicosidase na formação do sabor amargo e adstringente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.2, 137-141, 1997.
- ARAÚJO, W.M.C., CIACCO, C.F., ESTEVES, W., CAMARGO, C.R.O. Efeito da adição de farinha de soja desengordurada como fonte de lipoxigenase ativa de soja na oxidação dos ácidos linoléico e linolênico na massa de farinha de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.3, p. 232-235, 1995.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC, Official methods of analysis. Washington, D.C., 1984, 1141p.
- ATWELL, W.A. An overview of wheat development, cultivation, and production. **Cereal Foods World**, v.46, n.2, p. 59-62, 2001.
- BAHNASSEY, Y and KHAN, K. Fortification of spaghetti with edible legumes. II. Rheological, Processing, and Quality Evaluation Studies. **Cereal Chemistry**, v.63, n.3, p. 216-219, 1986.
- BAHNASSEY, Y, KHAN, K., HARROLD, R. Fortification of spaghetti with edible legumes. I. Physicochemical, antinutritional, aminoacid and mineral composition. **Cereal Chemistry**, v.63, n.2, p. 210-215, 1986.

- BAIK, B-K, CZUCHAJOWSKA, Z., POMERANZ, Y. Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodles. **Cereal Chemistry**, v.71, n.4, p. 315-320, 1994.
- BARNES, S., KIM, H., HU, J. **Soy in the prevention and treatment of chronic diseases**. In: Congresso Brasileiro de Soja, 1999, Londrina, PR, Anais... EMBRAPA, 1999, p. 295-308.
- BEJOSANO, F.P. and CORKE, H. Effect of amaranthus and buckwheat proteins on wheat dough properties and noodle quality. **Cereal Chemistry**, v.75, n.2, p. 171-176, 1998.
- BIANCHI, M.L.P., SILVA, H.C., BRAGA, G.L. Oligosaccharide content of ten varieties of clark coat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.32, n.2, p. 355-357, 1984.
- BLOKSMA, A.H. Dough structure, dough rheology, and baking quality. **Cereal Foods World**, v.35, p. 237-241, 1990.
- CAMPOS, D.T., STEFFE, J.F. NG, P.K.W. Rheological behavior of undeveloped and developed wheat dough. **Cereal Chemistry**, v.74, n.4, p. 489-494, 1997.
- CARVALHO, C.W.P. **Uso de farelo de arroz na produção de biscoito tipo amanteigado**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 114p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- CARVALHO, W.L., OLIVEIRA, M.G.A., BARROS, E.G., MOREIRA, M.A. Lipoxigenases affect protease inhibitor levels in soybean seeds. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.37, n.6, p. 497-501, 1999.
- CHAUDHARY, V.K. and WEBER, F.E. Barley bran flour evaluated as dietary fiber ingredient in wheat bread. **Cereal Foods World**, v.35, n.6, p. 560-562, 1990.
- CIACCO, C.F. CHANG, Y.K. Como fazer massas. Campinas: UNICAMP, 1986. 127p. (Coleção Ciência e Tecnologia ao Alcance de todos: Série: Tecnologia de Alimentos).
- COCHRAN, W.G., COX, G.M. **Experimental designs**. New York: John Wiley & Sons. 2ª Ed. 611p. 1962.
- DESPHANDE, S.S., RANGNEKAR, P.D., SATHE, S.K., SALUNKHE, D.K. Functional properties of wheat-bean composite flours. **Journal of Food Science**, v.48, p. 1659-1662, 1983.

- DEXTER, J.E., MATSUO, R.R. Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.26, p.899-902, 1980.
- DONNELLY, B.J. Pasta: raw materials and processing. In: LORENZ, K.J. & KULP, K. (Eds.) **Handbook of Cereal Science and Technology**. New York: Marcel Dekker, INC. 1991, 763-792p.
- 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.
- EL-DASH, A. and GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e soja na produção de massas alimentícias**, Brasília, DF, EMBRAPA-SPI, 1994, v.5.
- EL-DASH, A.A. Análise das perspectivas de um programa para a substituição parcial de farinha de trigo por sucedâneos de produção nacional. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CTAA, 1983.
- EL-DASH, A., CAMARGO, C.O., DIAZ, N.M. **Fundamentos de tecnologia de panificação**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia. 1979. 349p.
- ELDRIDGE, A.C. and KWOLER, W.F. Soybean isoflavones: effects of environment and variety on composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.31, p. 394-396, 1983.
- EVANGELISTA, C.M., REGITANO-d'ARCE, M.A.B. Análise espectrofotométrica das lipoxigenases em grãos de soja macerados em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.3, p.270-274, 1997.
- FRANKE, A.A., CUSTER, L.J. CERNA, C.M., NARALA, K.K. Quantitation of phytoestrogens in legumes by HPLC. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p. 1905-1913, 1994.
- FRANÇA, J.L. **Secagem de massas alimentícias a altas temperaturas com adição de fubá e emulsificante à farinha de trigo na produção de macarrão**. Viçosa, MG: UFV, 1988. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- GENOVESE, M.I. and LAJOLO, F.M. Determinação de isoflavonas em derivados de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p. 86-93, 2001.

- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 12 ed. Editora Nobel, 1987. 467p.
- GRZYBOWSKI, R.A., DONNELLY, B.J. Cooking properties of spaghetti: factors affecting cooking quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.27, p. 380-384, 1979.
- HARTWIG, E.E., KUO, T.M., KENTY, M.M. Seed protein and its relation-ship to soluble sugars in soybean. **Crop Science**, v.37, p. 770-773, 1997.
- HYMOWITZ, T., COLLINS, F.I., PANCZNER, J., WALKER, W.M. Relationship between the content of oil, protein, and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, v.61, p. 613-616, 1972.
- JHAN, G.N., TELES, F.F.F., CAMPOS, L.G. Use of aqueous HCl/MeOH as esterification reagent for analysis of fatty acids derived from soybean lipids. **Journal of American Organic Chemistry Society**, v.59, n.3, p. 132-133, 1982.
- KITAMURA, K. Genetic improvement of nutritional and food processing quality in soybean. In: NAPOMPETH, B. (Ed.) **Proceedings: World Soybean Research Conference V., Soybean Feeds the World**. Thailand: Kasetsart University Press, 1994. p. 441-446.
- KENT, N.L. **Technology of cereals**. Oxford: Pergamon Press, 3<sup>rd</sup> Edition, 221p., 1983.
- LEE, L., BAIK, B-K., CZUCHAJOWSKA, Z. Garbanzo bean flour usage in cantonese noodles. **Journal of Food Science**, v.63, n.3, p. 552-558, 1998.
- LEITÃO, R.F.F., VITTI, P., MORI, E.E.M. A mistura de trigo, milho, mandioca e soja em pastas alimentícias. **Boletim do ITAL**, v.50, p.187-204, 1977.
- LIMA, G.J.M.M. **Importância da qualidade nutricional da soja e de seus subprodutos no mercado de rações: situação atual e perspectivas futuras....** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR, Anais.... EMBRAPA-SPI, 1999, p. 165-175.
- LIU, K. and MARKAKIS, P. Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybeans. **Journal of Food Science**, v.52, n.1, p. 222-225, 1987.
- LIU, K. **Soybeans – Chemistry, tecnology and utilization**. New York: Chapman Hall, 1997. 532p.

- MARADINI FILHO, A.M. Influência das condições de secagem e do uso de triticales na qualidade do macarrão. Viçosa: UFV, 1983. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- MARCONI, E., CARCEA, M., GRAZIANO, M., CUBADDA, R. Kernel properties and pasta making quality of five european spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivars. **Cereal Chemistry**, v.76, n.1, p. 25-29, 1999.
- MASSAS ALIMENTÍCIAS (<http://www.geocities.com>)
- MATSUO, R.R. Durum wheat: its unique pasta-making properties. In: BUSHUK, W. & RASPER, V.F. (Eds.) **Wheat production, properties and quality**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994, p.169-178.
- MATSUO, R.R., MALCOLMSOM, L.J., EDWARDS, N.M., DEXTER, J.E. A colorimetric method for estimating spaghetti cooking losses. **Cereal Chemistry**, v.69, n.1., p. 27-29, 1992.
- MOREIRA, A.M. **Programa de melhoramento genético da qualidade de óleo e proteína da soja desenvolvido na UFV**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR, Anais... EMBRAPA-SPI, 1999, p. 99-104.
- MURPHY, P.A., SONG, T., BUSEMAN, G., BARUA, K., BEECHER, G.R. TRAINER, D., HOLDEN, J. Isoflavones in retail and institutional soy foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.7, p. 2697-2704, 1999.
- MWANDEMELE, O.D. Relationship between flavour and oligosaccharide content of soybean varieties. **Journal of Food Science and Technology**, v.23, p. 131-132, 1986.
- NAVICKIS, L.L. and NELSEN, T.C. Mixing and extensional properties of wheat flour doughs with added corn flour, fibers and gluten. **Cereal Foods World**, v.37, n.1, p. 30-35, 1992.
- NOVARO, P., D'EGIDIO, M.G., MARIANI, B.M., NARDI, S. Combined effect of protein content and high-temperature drying systems of pasta cooking quality. **Cereal Chemistry**, v.70, n.6, p. 716-719, 1993.
- PANDJAITAN, N., HETTIARACHCHY, N., JU, Z.Y., CRANDALL, P., SNELLER, C., DOMBEK, D. Evaluation of geinstein and geinstein contents in soybean varieties and soy protein concentrate prepared with 3 basic methods. **Journal of Food Science**, v.65, n.3, p. 399-402, 2002.

- PAPE, O., BELEIA, A., CAMPOS, J.E., MAZZARI, M.R., DELLA MODESTA, R.C., FERNANDES, V.L.N. **Compostamento de triticale e trigo dos cerrados brasileiros na moagem e na produção industrial de pães, biscoitos, bolos e massas alimentícias.** Rio de Janeiro, EMBRAPA (Boletim de Pesquisa 4), 1982, 46p.
- PARK, Y.K., AGUIAR, C.L., ALENCAR, S.M., SCAMPARINI, A.R.P. Biotransformação de isoflavonas de soja. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n.20, p. 12-14, 2001.
- PEREIRA, N.A.B.M. **Uso de farinha de trigo e batata doce na produção de massa fresca.** Viçosa, MG: UFV, 1990, 91p., Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- PREGNOLATTO, W., PREGNOLATTO, N.P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985, 533p.
- RAYAS-DUARTE, P., MOCK, C.M., SATTERLEE, L.D. Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth, and lupin flours. **Cereal Chemistry**, v.73, n.3, p. 381-387, 1996.
- REINHARD, W.D., KHAN, K., DICK, J.W., HOLM, Y. Shelf life stability of spaghetti fortified with legume flours and protein concentrate. **Cereal Chemistry**, v.65, n.4, p. 278-281, 1988.
- SALLES, A.M. Alimentos protéicos de baixo custo. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.53, p.1-19, 1980.
- SALGADO, J.M., ALVARENGA, A., LOTTEMBERG, A.M.P. BORGES, V.C. Impacto dos alimentos funcionais para a saúde. **Nutrição em pauta**, p. 10-17, mai/jun. 2001.
- SANNI, A.I., ONILUDE, A.A., OGUNDOYE, O.R. Effect of bacterial galactosidase treatment on the nutritional status of soybeans seeds and its milk derivative. **Nahrung**, v.41, n.1., p. 18-21, 1997.
- SEGUCHI, M., ISHIHARA, C., YOSHINO, Y., NAKATSUKA, K., YOSHIHARA, T. Bread making properties of triticale flour with wheat flour and relationship to amylase activity. **Journal of Food Science**, v.64, n.4, p. 582-586, 1999.
- SILVA, H.C., BRAGA, G.L., BIANCHI, M.L.P., ROSSI, E.A. Effects of germination on oligosaccharide and reducing sugar contents of brazilian soybean cultivars. **Alimentos e Nutrição**, v.2., p. 13-19, 1990.

- 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.
- THIS, P., ROCHEFORDIÈRE, A.L., CLOUGH, K., FOURQUET, A., MAGDELENAT. Phytoestrogens after breast cancer. **Endocrine – Related Cancer**, v.8, p. 129-134, 2001.
- TRIPATHI, R.N., JOSHI, K.C., SAVAGE, W.D., WIJERATNE, W.B. Effect of soy flour and chickpea flour on the nutritional and sensory properties of chapaties. In: NAPOMPETH, B. (Ed.) **Proceedings: World Soybean Research Conference V., Soybean Feeds the World**. Thailand: Kasetsart University Press, 1994. p. 451-454.
- TRUGO, L.C., FARAH, A., CABRAL, L. Oligosaccharide distribution in Brazilian soya bean cultivars. **Food Chemistry**, v.52, p. 385-387, 1995.
- VIOLA, E.S. Uso de soja integral em dietas de suínos e aves: oportunidades e entraves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina, PR, Anais... EMBRAPA-SPI, 1999, p. 176-182.
- WANG, H.J. and MURPHY, P.A. Isoflavone composition of american and japanese soybeans in Iowa: effects of variety, crop year, and location. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p. 1674-1677, 1994.
- WANG, H.J. and MURPHY, P.A. Mass balance study of isoflavones during soybean processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p. 2377-2383, 1996.
- WANG, M., BHIRUD, P.R., SOSULSKI, F.W., TYLER, R.T. Pasta-like product from pea flour by twin extrusion. **Journal of Food Science**, v.64, n.4, p. 671-678, 1999.

## **APÊNDICE**

## APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo das análises de variância para tempo de cozimento (TC), absorção (ABS), aumento volume (AV) e perda de sólidos solúveis (SS)

| Fontes de Variação    | G.L. | QM       |          |          |            |
|-----------------------|------|----------|----------|----------|------------|
|                       |      | TC       | ABS      | AV       | SS         |
| Variedade (V)         | 1    | 2,2245** | 0,0108   | 0,0784   | 0,2446     |
| Processo (P)          | 1    | 9,1875** | 0,0053   | 0,0140   | 0,7235     |
| Nível (N)             | 2    | 2,6828** | 0,7565** | 1,4543** | 19,7204**  |
| V x P                 | 1    | 0,0208   | 0,0616*  | 0,1026   | 0,2277     |
| P/V1                  | 1    |          | 0,0516*  |          |            |
| P/V2                  | 1    |          | 0,0153   |          |            |
| V x N                 | 2    | 1,5300** | 0,0540*  | 0,0390   | 1,2518     |
| N/V1                  | 2    | 2,1805** | 0,3704** |          |            |
| N/V2                  | 2    | 2,0324** | 0,4402** |          |            |
| P x N                 | 2    | 0,2986   | 0,1894** | 0,2195   | 20,7137**  |
| N/P1                  | 2    |          | 0,1724** |          | 3,4681     |
| N/P2                  | 2    |          | 0,7736** |          | 36,9660**  |
| V x P x N             | 2    | 0,2569   | 0,0591*  | 0,1856   | 19,9820**  |
| Erro a                | 24   | 0,2361   | 0,0169   | 0,0896   | 1,2971     |
| Tempo estocagem (T)   | 2    | 0,3078   | 0,0412   | 0,1217   | 116,2196** |
| V x T                 | 2    | 1,5300*  | 0,0300   | 0,1479   | 22,5137**  |
| T/V1                  | 2    | 1,5555   |          |          | 47,2525**  |
| T/V2                  | 2    | 0,2824** |          |          | 91,4809**  |
| P x T                 | 2    | 2,9236*  | 0,0718   | 0,1015   | 41,0455**  |
| T/P1                  | 2    | 1,7268*  |          |          | 50,5427**  |
| T/P2                  | 2    | 1,5046*  |          |          | 106,7225** |
| N x T                 | 4    | 0,4502   | 0,0644   | 0,1512   | 22,1400**  |
| T/N1                  | 2    |          |          |          | 20,9553**  |
| T/N2                  | 2    |          |          |          | 70,5615**  |
| T/N3                  | 2    |          |          |          | 68,9828**  |
| Erro b                | 62   | 0,4383   | 2,4707   | 0,1181   | 4,1644     |
| Médias                |      | 7,4675   | 2,8064   | 3,1871   | 13,3016    |
| C.V. <sub>a</sub> (%) |      | 6,5068   | 4,6322   | 9,3920   | 8,5621     |
| C.V. <sub>b</sub> (%) |      | 8,8657   | 7,1130   | 10,7847  | 15,3416    |

\* P < 0,05

\*\* P < 0,01

## Quadro de médias

### TC: V x N

| V/N   | 1       | 2       | 3       | Média |
|-------|---------|---------|---------|-------|
| 1     | 7,97 Aa | 7,28 Bb | 7,58 Bb | 7,61  |
| 2     | 7,58 Ab | 7,44 Aa | 6,94 Ba | 7,32  |
| Média | 7,78    | 7,36    | 7,26    | 7,47  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

### ABS: V x N

| V/N   | 1       | 2       | 3       | Média |
|-------|---------|---------|---------|-------|
| 1     | 2,96 Aa | 2,73 Bb | 2,69 Ba | 2,82  |
| 2     | 2,96 Aa | 2,83 Aa | 2,65 Ba | 2,80  |
| Média | 2,96    | 2,78    | 2,67    | 2,81  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

### ABS: V x P

| V/P   | 1       | 2       | Média |
|-------|---------|---------|-------|
| 1     | 2,83 Aa | 2,76 Ba | 2,82  |
| 2     | 2,79 Aa | 2,83 Aa | 2,80  |
| Média | 2,81    | 2,80    | 2,81  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

### ABS: P x N

| P/N   | 1       | 2       | 3       | Média |
|-------|---------|---------|---------|-------|
| 1     | 2,89 Ab | 2,85 Aa | 2,70 Aa | 2,82  |
| 2     | 3,03 Aa | 2,71 Bb | 2,65 Ba | 2,80  |
| Média | 2,96    | 2,78    | 2,67    | 2,81  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

### SS: P x N

| P/N   | 1        | 2        | 3        | Média |
|-------|----------|----------|----------|-------|
| 1     | 13,71 Aa | 12,88 Ab | 13,06 Ab | 13,22 |
| 2     | 12,97 Bb | 12,20 Ba | 14,98 Aa | 13,38 |
| Média | 13,34    | 12,54    | 14,02    | 13,30 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

### TC: V x T

| V/T   | 0       | 30      | 60      | Média |
|-------|---------|---------|---------|-------|
| 1     | 7,72 Aa | 7,83 Aa | 7,28 Ba | 7,61  |
| 2     | 7,33 Aa | 7,19 Aa | 7,44 Aa | 7,32  |
| Média | 7,53    | 7,51    | 7,36    | 7,47  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

### SS: V x T

| V/T   | 0        | 30       | 60       | Média |
|-------|----------|----------|----------|-------|
| 1     | 12,65 Bb | 15,09 Aa | 12,02 Ba | 13,25 |
| 2     | 14,48 Aa | 14,81 Aa | 10,75 Bb | 13,35 |
| Média | 13,56    | 14,95    | 11,39    | 13,30 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**TC: P x T**

| P/T   | 0       | 30      | 60      | Média |
|-------|---------|---------|---------|-------|
| 1     | 7,53 Aa | 6,94 Bb | 7,05 Ba | 7,75  |
| 2     | 7,53 Ba | 8,08 Aa | 7,67 Ba | 7,17  |
| Média | 7,53    | 7,51    | 7,36    | 7,47  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**SS: P x T**

| P/T   | 0        | 30       | 60       | Média |
|-------|----------|----------|----------|-------|
| 1     | 12,30 Bb | 15,15 Aa | 12,20 Ba | 13,21 |
| 2     | 14,83 Aa | 14,75 Aa | 10,57 Bb | 13,38 |
| Média | 13,56    | 14,95    | 11,39    | 13,30 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**SS: N x T**

| N/T   | 0        | 30       | 60       | Média |
|-------|----------|----------|----------|-------|
| 1     | 12,16 Bb | 14,77 Aa | 13,09 Ba | 13,34 |
| 2     | 13,56 Bb | 14,29 Ab | 9,77 Bc  | 12,54 |
| 3     | 14,97 Ba | 15,79 Aa | 11,29 Bb | 14,02 |
| Média | 13,56    | 14,95    | 11,39    | 13,30 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

Quadro 2A - Resumo das análises de variância para as variáveis umidade, proteína, lipídeo, daidzeína, gliciteína, genisteína, frutose, glicose, sacarose, maltose, rafinose e estaquiose

| Fonte de Variação | GL | QM            |            |            |          |           |          |          |          |            |           |           |            |
|-------------------|----|---------------|------------|------------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|-----------|-----------|------------|
|                   |    | UMI           | PROT       | LIP        | DAI      | GLICI     | GEN      | FRU      | GLI      | SAC        | MAL       | RAF       | EST        |
| Variedade (V)     | 1  | 1,1808<br>*   | 8,1415**   | 0,9056**   | 1,4260** | 0,0012**  | 1,1656** | 0,0676*  | 0,4489** | 799,2871** | 6,0762**  | 3,3917**  | 0,5088**   |
| Processo (P)      | 1  | 12,413<br>8** | 76,0384**  | 311,6990** | 0,0526** | 0,00002** | 0,0585** | 0,7168** | 0,0324*  | 110,5652** | 8,0940**  | 6,6994**  | 51,8400**  |
| Nível (N)         | 2  | 2,3686<br>**  | 145,5600** | 12,9676**  | 0,2532   | 0,0001**  | 0,3243** | 1,4130** | 0,0044   | 632,7039** | 42,7957** | 14,1033** | 339,1594** |
| V x P             | 1  | 1,7956<br>**  | 0,1681     | 0,3306**   | 0,0240   | 0,00002** | 0,0205** | 0,0427*  | 0,00001  | 34,2420**  | 0,0330    | 0,9768**  | 7,0225**   |
| V x N             | 2  | 0,6401<br>*   | 0,1168     | 0,0954**   | 0,0947   | 0,0001**  | 0,0796** | 0,0298   | 0,0033   | 40,5906**  | 0,5063    | 0,3786**  | 0,3948**   |
| P x N             | 2  | 2,6288<br>**  | 6,0751**   | 16,6625**  | 0,0053   | 0,00001** | 0,0047*  | 0,0678*  | 0,0070   | 6,9879**   | 2,5210**  | 0,3187*   | 3,0008*    |
| V x P x N         | 2  | 1,5600<br>**  | 0,6576*    | 0,0186*    | 0,0018   | 0,00001** | 0,0005   | 0,0225   | 0,0220*  | 12,6060**  | 0,2295    | 0,0683    | 4,8336     |
| Erro              | 24 | 0,1014        | 0,1586     | 0,1697     | 0,0007   | 0,000001  | 0,0154   | 0,0125   | 0,7582   | 0,8523     | 0,2630    | 0,0649    | 0,4617     |
| $\bar{X}$         |    | 10,219<br>4   | 21,0383    | 5,2052     | 0,3309   | 0,0057    | 0,3865   | 1,7511   | 1,2400   | 19,8125    | 13,0175   | 3,2630    | 11,9027    |
| C.V (%)           |    | 3,1165        | 1,8930     | 1,6156     | 8,4314   | 19,9852   | 6,5627   | 6,4045   | 7,4193   | 4,6598     | 3,9402    | 7,8110    | 5,7088     |

\* P<0,05

\*\* P<0,01

## Quadro de médias

### Umidade: V x P

| V/P   | 1        | 2         | Média |
|-------|----------|-----------|-------|
| 1     | 9,69 B a | 11,21 A a | 10,40 |
| 2     | 9,67 B a | 10,40 A b | 10,03 |
| Média | 9,63     | 10,80     | 10,21 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

### Umidade: V x N

| V/N   | 1         | 2         | 3        | Média |
|-------|-----------|-----------|----------|-------|
| 1     | 10,88 A a | 10,32 A a | 9,99 A a | 10,40 |
| 2     | 10,19 B b | 10,49 A a | 9,42 B b | 10,03 |
| Média | 10,53     | 10,40     | 9,70     | 10,21 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

### Umidade: P x N

| P/N   | 1         | 2         | 3         | Média |
|-------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1     | 10,47 A a | 9,43 B b  | 8,99 C b  | 9,63  |
| 2     | 10,60 B a | 11,38 A a | 10,43 B a | 10,80 |
| Média | 10,53     | 10,40     | 9,71      | 10,21 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

### Proteína: P x N

| P/N   | 1         | 2         | 3         | Média |
|-------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1     | 16,77 C b | 19,62 B b | 22,35 A b | 19,58 |
| 2     | 18,50 C a | 22,13 B a | 26,84 A a | 22,49 |
| Média | 17,63     | 20,87     | 24,59     | 21,03 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**Lipídio: V x P**

| V/P   | 1        | 2        | Média |
|-------|----------|----------|-------|
| 1     | 8,40 A a | 2,32 B a | 5,36  |
| 2     | 7,89 A b | 2,20 B a | 5,04  |
| Média | 8,14     | 2,26     | 5,20  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**Lipídio: V x N**

| V/N   | 1      | 2      | 3      | Média |
|-------|--------|--------|--------|-------|
| 1     | 4,26   | 5,30   | 6,52   | 5,36  |
| 2     | 4,12   | 4,99   | 6,02   | 5,04  |
| Média | 4,19 C | 5,14 B | 6,27 A | 5,20  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**Lipídio: P x N**

| P/N   | 1        | 2        | 3         | Média |
|-------|----------|----------|-----------|-------|
| 1     | 5,96 C a | 8,08 B a | 10,39 A a | 8,14  |
| 2     | 2,42 A b | 2,21 A b | 2,14 A b  | 2,26  |
| Média | 4,19     | 5,14     | 6,26      | 5,20  |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**Gliciteína: P x V**

| P/V   | 1        | 2        | Média    |
|-------|----------|----------|----------|
| 1     | 0,0098   | 0,0132   | 0,0115 a |
| 2     | 0,00     | 0,00     | 0,00 b   |
| Média | 0,0049 B | 0,0066 A | 0,0060   |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

**Gliciteína: V x N**

| V/N   | 1          | 2          | 3          | Média  |
|-------|------------|------------|------------|--------|
| 1     | 0,0040 C a | 0,0110 B a | 0,0190 A a | 0,0110 |
| 2     | 0,00 A b   | 0,00 A b   | 0,00 A b   | 0,00   |
| Média | 0,0020     | 0,0050     | 0,0095     | 0,0055 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

**Gliciteína: P x N**

| P/N   | 1        | 2        | 3        | Média    |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1     | 0,0023   | 0,0040   | 0,0085   | 0,0049 b |
| 2     | 0,0016   | 0,0071   | 0,0110   | 0,0066 a |
| Média | 0,0019 C | 0,0055 B | 0,0097 A | 0,0057   |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

**Genisteína: V x P**

| V/P   | 1        | 2        | Média    |
|-------|----------|----------|----------|
| 1     | 0,1901   | 0,2230   | 0,2065 b |
| 2     | 0,5022   | 0,6306   | 0,5664 a |
| Média | 0,3461 B | 0,4268 A | 0,3864   |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

**Genisteína: V x N**

| V/N   | 1          | 2          | 3          | Média  |
|-------|------------|------------|------------|--------|
| 1     | 0,1230 C b | 0,2070 B b | 0,2890 A b | 0,2060 |
| 2     | 0,3120 C a | 0,5840 B a | 0,8020 A a | 0,5660 |
| Média | 0,2170     | 0,3950     | 0,5450     | 0,3860 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas

**Genisteína: P x N**

| P/N   | 1        | 2        | 3        | Média    |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1     | 0,1940   | 0,3606   | 0,4838   | 0,3461 b |
| 2     | 0,2413   | 0,4308   | 0,6083   | 0,4268 a |
| Média | 0,2176 C | 0,3957 B | 0,5460 A | 0,3864   |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

**Rafinose: V x P**

| V/P   | 1          | 2          | Média  |
|-------|------------|------------|--------|
| 1     | 3,3033 A a | 3,8366 A a | 3,5699 |
| 2     | 2,3600 B b | 3,5522 A a | 2,9561 |
| Média | 2,8316     | 3,6944     | 3,2630 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e maiúsculas entre as linhas.

**Rafinose: V x N**

| V/N   | 1          | 2          | 3          | Média  |
|-------|------------|------------|------------|--------|
| 1     | 2,5833 C a | 3,1650 B a | 4,9616 A a | 3,5700 |
| 2     | 2,0883 C b | 2,8316 B b | 3,9483 A b | 2,9561 |
| Média | 2,3358     | 2,9983     | 4,4549     | 3,2630 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e letras maiúsculas entre as linhas.

**Rafinose: P x N**

| P/N   | 1          | 2          | 3          | Média  |
|-------|------------|------------|------------|--------|
| 1     | 2,0650 C b | 2,5716 B b | 3,8583 A b | 2,8316 |
| 2     | 2,6066 C a | 3,4250 B a | 5,0516 A a | 3,6944 |
| Média | 2,3358     | 2,9983     | 4,4549     | 3,2630 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e letras maiúsculas entre as linhas.

**Estaquiouse: V x P**

| V/P   | 1         | 2         | Média   |
|-------|-----------|-----------|---------|
| 1     | 11,0255   | 12,5422   | 11,7838 |
| 2     | 10,3800   | 13,6633   | 12,0216 |
| Média | 10,7027 B | 13,1027 A | 11,9027 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e letras maiúsculas entre as linhas.

**Estaquiouse: V x N**

| V/N   | 1          | 2           | 3           | Média   |
|-------|------------|-------------|-------------|---------|
| 1     | 6,8483 C a | 11,0583 B b | 17,4450 A a | 11,7839 |
| 2     | 6,8783 C a | 11,7150 B a | 17,4716 A a | 12,0216 |
| Média | 6,8633     | 11,3866     | 17,4583     | 11,9027 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e letras maiúsculas entre as linhas.

**Estaquiouse: P x N**

| P/N   | 1          | 2           | 3           | Média   |
|-------|------------|-------------|-------------|---------|
| 1     | 6,1216 C b | 10,2616 B b | 15,7250 A b | 10,7027 |
| 2     | 7,6050 C a | 12,5116 B a | 19,1916 A a | 13,1027 |
| Média | 6,8633     | 11,3866     | 17,4583     | 11,9027 |

Letras minúsculas comparam médias dentro das colunas e letras maiúsculas entre as linhas.

Quadro 3A - Resumo da análise de variância da análise sensorial dos macarrões

| <b>Fonte de variação</b> | <b>G.L</b> | <b>QM</b> | <b>F</b>           |
|--------------------------|------------|-----------|--------------------|
| Grupos                   | 1          | 0,018     | 0,02               |
| Tratamentos              | 12         | 1,268     | 1,43 <sup>ns</sup> |
| Blocos                   | 24         | 0,908     | 1,02 <sup>ns</sup> |
| Erro                     | 40         | 0,889     |                    |
| Total                    | 77         |           |                    |

ns - Não significativo.