

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**QUALIDADE FUNCIONAL DA FARINHA OBTIDA DO GRÃO DE  
TRIGO NACIONAL E IMPORTADO**

**MARIA DAS GRAÇAS DA COSTA**

**RECIFE/PE**

**2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**MARIA DAS GRAÇAS DA COSTA**

**QUALIDADE FUNCIONAL DA FARINHA OBTIDA DO GRÃO DE  
TRIGO NACIONAL E IMPORTADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre, Área de Concentração: Ciência dos Alimentos

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Tânia Lúcia Montenegro Stamford

**Recife**

**2003**

# MARIA DAS GRAÇAS DA COSTA

## **Dedicatória**

Aos meus pais e ao meu filho  
que fizeram de mim o que sou  
hoje.

**MARIA DAS GRAÇAS DA COSTA**

***“Qualquer coisa que você possa fazer ou sonhar, comece.”***

***A ousadia contém genialidade, poder e magia.***

Goethe

**MARIA DAS GRAÇAS DA COSTA**

**Agradecimento**

Tânia Lúcia M. Stanford;  
Ana Rosa Martins Falcone;  
Arthur Cristiano de Oliveira;  
Samara Alvachian Cardoso e  
Andrade; e, Moinho Recife.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>5</b>
2.1. Histórico.....	5
2.2. Aspectos Econômicos do Trigo .....	5
2.3. Transporte e Armazenamento de Farinhas e Grãos.....	7
2.4. Estrutura e Composição do Grão .....	9
2.5. Propriedades das Proteínas do Cereal de Trigo.....	10
2.6. Classificação da Farinha de Trigo .....	13
2.7. Características de Composição e Qualidade.....	13
2.8. Valor Nutricional .....	14
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>16</b>
3.1. Objetivo Geral.....	16
3.2. Objetivo Específico .....	16
<b>4. Material e Métodos .....</b>	<b>17</b>
4.1. Matéria Prima .....	17
4.2. Local de Execução .....	17
4.3. Análises do Grão .....	18
4.3.1. Análises Físicas .....	18
4.3.2. Análises Químicas .....	18
4.4. Análises das Farinhas .....	19
4.4.1. Análises Químicas .....	21
4.4.2. Análises Reológicas.....	21
4.5 Análises Estatísticas.....	21
<b>5. Resultados e Discussão .....</b>	<b>23</b>
<b>6. Conclusões.....</b>	<b>40</b>
<b>7. Referência Bibliográfica .....</b>	<b>42</b>

## **RESUMO.**

O consumo de trigo nos países tropicais está aumentando de 2 a 5% ao ano. Paralelamente vem crescendo também a importação de trigo por esses países, já que a produção interna não atende a demanda de consumo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do grão de trigo nacional e importado e a qualidade da farinha obtida a partir destes. Foram utilizadas doze amostras em triplicatas de grãos importados e nacionais de diversas origens que foram processadas em moinho experimental Brabender Quadrimater Sênior e submetidas a análises físico-químicas e reológicas utilizando-se os métodos da American Association of Cereal of Chemists. Os resultados das análises indicaram que os trigos importados (Estados Unidos Hard e soft, Ucrânia, San Lorenzo, Baia Blanca, Necochea), foram classificados como melhorador e tipo 1, enquanto os nacionais (Palmeira, Ponta Grossa, Borozópolis, Arapoti, Assai e Castro), classificaram-se como trigo pão e trigo brando, destacando-se entre os nacionais o assai, como tipo 1. Quanto aos parâmetros glúten, Número de Quedas, absorção de água e estabilidade, as farinhas importadas apresentaram maiores valores. O extensograma e o alveograma das farinhas importadas demonstraram que Bahia blanca e USA hard são as de melhor qualidade. Os resultados permitem concluir que as amostras importadas têm uma melhor qualidade comercial e tecnológica.

## **ABSTRACT.**

In tropical countries the wheat consumption have been increased from 2 % to 5% a year, and parallelly increased the wheat imported for those countries, since the inside production have not assisted the demand. The present work was carried out to evaluate the quality of the national wheat grains milled and the quality of the flour obtained. A total of twelve samples in triplicate of imported and national grains of different origins were used. The grains were processed in experimental mill Brabender Quadrimater Sênior accomplished physical-chemistries and reological analysis using the American Association of Cereal of Chemists methods. Results of analysis indicate that imported wheats (United States hard and soft, Ukraine, San Lorenzo, Bahia Blanca, Necochea) were classified as extra strong wheat and type 1, while the national grains (Palmeira, Ponta Grossa, Borozópolis, Arapoti, Assaí and Castro) were classified as bread wheat and soft wheat, standing out among the national one Assaí, as type 1. In relationship to the parameters Gluten, Falling Number, Water Absorption and Stability the imported flour presented greater values. The reological characteristics of the imported flours demonstrated that Bahia Blanca and United States hard are the best ones. We can conclude that the imported samples have best comercial and technological quality.



## 1. Introdução.

O trigo como matéria-prima pode ser considerado, primeiramente, o responsável pela qualidade das farinhas, considerando-se a diversidade das variedades existentes e às condições do clima e solo de cada região. O trigo possui importante papel no aspecto econômico e nutricional da alimentação humana, por ser a farinha largamente utilizada na indústria alimentícia, na fabricação de pães, bolos, massas e também por ser uma cultura de fácil manejo.

Sendo a farinha de trigo definida como um produto obtido da moagem, do grão de trigo *Triticum seativan* ou de outras espécies do gênero *Triticum* (exceto *Triticum durum*), através do processo de moagem do grão e classificada de acordo com seu uso (BRASIL, 1996).

O trigo é utilizado, no Brasil, muitas vezes, como cultura de rotação, principalmente com a soja, pois ela é uma cultura de verão e o trigo de inverno.

Por ser uma cultura, predominantemente, de inverno, o trigo é mais cultivado na região sul do Brasil, principalmente nos Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, apesar de ser plantado em outros estados como São Paulo, Minas Gerais e no Mato Grosso do Sul.

Segundo Pomeraz (1987) citado por Gutkoski e Neto, (2002) a qualidade do grão de trigo é o resultado da interação das condições de cultivo (efeitos do solo, do clima, da interação de pragas e moléstias, manejo da cultura e da cultivar) e também das operações de colheita, secagem e armazenamento, fatores que influem diretamente no uso industrial a ser dado ao produto final que é a farinha.

De modo geral, a força da farinha esta associada com a proteína e relacionada especificamente com a quantidade e qualidade do glúten. Valores elevados favorece uma forte absorção de água e elasticidade da massa como também a retenção de gás. A presença ou ausência do fator de força(W) governa a conveniência de uma farinha para um fim específico (EL-DASH, MIRANDA, 2002).

O Brasil não sendo auto-suficiente no abastecimento de trigo, necessita de trigo importado para atender às suas necessidades. A maior parte dos grãos de trigo utilizados em nosso país, para produção de farinhas, basicamente é de procedência argentina, canadense e americana, sendo associadas ao trigo nacional em proporções diversas. Este fato poderá acarretar algumas variações em termos de qualidade panificável.

Há três anos, o Brasil tornou-se o maior importador mundial de trigo. Conforme informações do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, esta liderança vem se consolidando desde a safra 99/2000, superando países que tradicionalmente ocupavam lugar de destaque entre os maiores compradores do mercado internacional, como o Egito, o Japão e o Irã (FERREIRA, 2003). A produção nacional, sente falta de uma política de incentivos à cultura do trigo que inibe os investimentos privados no setor.

Os grãos importados são transportados nos porões de navios previamente limpos, obedecendo às normas sanitárias. A farinha de trigo importada pelo Brasil vem acondicionada em containeres com capacidade para 21.500 quilos, que devem estar em ótimo estado de vedação e em boas condições higiênico-sanitárias, de modo a evitar deterioração e contaminação, reduzindo os danos ao mínimo possível e assegurando a sua qualidade. O trigo importado pelo Brasil é beneficiado e processado em moinhos, eliminando em parte, os riscos de contaminação das farinhas de trigo importadas, relativos à ação da umidade, da temperatura e do transporte, mas ainda sujeita a auto-contaminação dos ovos de insetos que não são barrados pela malha das peneiras no processamento, podendo eclodir e provocar infestação.

Da farinha de trigo consumida no Brasil, apenas podemos considerar genuinamente nacional aquela proveniente dos grãos de trigo cultivados no Brasil. Assim, podemos afirmar que consumimos

farinha de trigo de origem nacional, farinha de trigo importado processado no país de origem e farinha de trigo importado processado no Brasil. A farinha de trigo por ser um produto do beneficiamento da matéria prima alimentar em estado bruto (grão de trigo), é considerada um produto alimentício, passível de sofrer alterações na sua qualidade nutricional e tecnológica durante o transporte no processo de importação. Desta forma deve atender o Decreto-lei 986 de 21 de outubro de 1969 (artigos 53 e 57) passando obrigatoriamente por análise de controle no momento do seu desembarque no país, para a comprovação dos parâmetros de identidade e qualidade.

Pelo exposto, este trabalho visou, avaliar a qualidade da farinha do grão de trigo importado e nacional.

## **2. Revisão de Literatura.**

### **2.1. Histórico.**

A moagem como processamento de grãos, vem sendo utilizada desde tempos remotos. No Egito foram encontrados desenhos de milhares de anos, que descreviam métodos de produção em massa, usando operações combinadas de moagem e assado de pão. Na Ásia, estudos arqueológicos, descobriram utensílios de pedra datados de mais de 75.000 anos que eram utilizados para a moagem de grãos (NITZKE, 2002).

Nos primórdios da civilização, a moagem era uma operação manual e tediosa. A partir do século VII a.C., moinhos rotativos de pedra, utilizando animais para tração, foram desenvolvidos. Mais tarde surgiram moinhos movidos à água e vento, aumentando a capacidade produtiva. Em Pompéia, na Itália, foi restaurado um moinho movido à água, com engrenagens e outras características mais avançadas. Nos E U A, em 1785, Oliver Ewans patenteou o primeiro moinho de farinha, dando início ao processo industrial automático. Atualmente são utilizados moinhos de rolos de aço. (NITZKE, 2002).

### **2.2. Aspectos econômicos do trigo.**

O consumo de trigo nos países tropicais está aumentando 2 a 5% ao ano. Paralelamente, vem crescendo também a importação de trigo por esses países, já que a produção interna não atende a demanda de consumo (EL-DASH, 1997).

De acordo com Germani(1995), a triticultura nacional recebeu uma grande quantidade de novas variedades de trigo, mais bem adaptadas as condições climáticas e edáficas do país e mais resistentes a pragas e doenças (PIROZI, GERMANI,1998).

O Brasil no ano 2000 produziu 6.789 mil toneladas de farinha de trigo e apesar disto, para atender o mercado interno importou, principalmente da Argentina 181.642 toneladas. O País produz em média 30% do trigo consumido, importando em torno de 70% para atender as necessidades internas (ABTRIGO, 2002). Sendo o trigo e seus produtos cotados em dólar, interferem sobremaneira na nossa economia. No período de agosto de 2000 a setembro de 2001, o dólar disparou de R\$ 1,777 para R\$ 2,73, refletindo diretamente no trigo e seus derivados como o pão, macarrão e outros (GLOBO, 2002).

Bacaltchuk (1999) citado por Gutkoski e Neto (2002) diz que o ágio e deságio, na avaliação do produto, são calculados por diferenças de peso hectolitro, força geral do glúten, tempo de mistura, estabilidade da massa, porcentagem de mistura de grãos danificados e de resíduos de agrotóxicos, além do teor de micotoxinas, definem o mercado do trigo, levando os produtores a preparar-se e oferecer produtos de qualidade e perfeitamente identificáveis.

A globalização e o Mercosul tornaram a crise da Argentina e os escândalos das empresas estadunidenses, fatores interferentes nas importações, obrigando o Brasil a comprar o trigo hoje 60% mais caro que em dezembro de 2001 (GLOBO, 2002).

Até o ano de 2000, a Argentina foi o principal exportador, seguido do Canadá, E.U.A., Paraguai e outros, só da Argentina em 2000 entraram no Brasil 7.207.854 toneladas de grãos de trigo, e 203.035 toneladas de farinha de trigo (ABTRIGO, 2002).

### **2.3. Transporte e armazenamento de Farinhas e grãos.**

Durante o transporte ou estocagem os alimentos podem ser contaminados por outros produtos já contaminados ou por insetos, ácaros, fungos, roedores e, ainda, por outros tipos de contaminantes (BARBIERE, 1992).

A característica do clima tropical brasileiro, quente e úmido, facilita a contaminação. A umidade, associada à temperatura são fatores críticos para a contaminação tanto do grão de trigo como da farinha, podendo modificar a microbiota, interferindo na qualidade nutricional e tecnológica (VIEIRA et al,1999).

Pomeranz (1978) citado por Pirozi e Germani (1998), diz que o tempo de armazenamento é um importante agente modificador da qualidade da farinha, podendo favorecer a sua maturação alterando com isso as características de determinados componentes de qualidade. Durante a estocagem os produtos resultantes da ação das lipoxigenases (LOX), podem sofrer transformações secundárias enzimáticas ou não enzimáticas, dando origem a uma variedade de produtos que promovem efeitos desejáveis, como por ex. a modificação

das propriedades reológicas do trigo melhorando a textura da pasta de farinha entretanto efeitos indesejáveis também ocorrem, a exemplo da produção de sabores estranhos (a cartón) nos cereais (RICHARDSON, HYSLOP, 1992).

Segundo Pomeranz (1974), em condições inadequadas de armazenamento da farinha, pode ocorrer um aumento de acidez, diminuição da atividade da alfa-amilase, fortalecimento do glúten e aumento do volume do pão. De acordo com este autor o grau de maturação adequado para a farinha destinada a panificação se estabelece é de 1 a 2 meses de armazenamento, além deste pode haver um decréscimo do potencial tecnológico, principalmente em farinhas armazenadas sob condições de temperatura e umidade elevadas (PIROZI, GERMANI, 1998).

Outro grande problema na estocagem é a contaminação por insetos e roedores. Os ataques de insetos, ácaros, roedores e pássaros são um grande problema sanitário. Nos depósitos de grãos de trigo esses últimos carregam com seus excrementos, impurezas como: limo, pedras pequenas, objetos metálicos e impurezas que devem ser eliminadas antes do início do processo de moagem. Já os primeiros podem veicular leveduras, bactérias e fungos patogênicos produtores de micotoxinas, contaminando alimentos e causando patologia aos homens e animais. (BRIDA ; GOULART, 1994).

A portaria nº 74/MS/SNVS, estabelece em setenta e cinco o limite máximo de tolerância de fragmentos de insetos ao nível



microscópico, em 50 gramas de farinha de trigo, na média de três amostras, não sendo tolerada qualquer presença de indicação de infestação viva (BRASIL, 1994). Medidas contra roedores e insetos, prevenção e erradicação de pragas, do tipo desinsetização, desratização, uso de armadilhas e iscas, telas de proteção e higienização adequada do ambiente, devem ser implementadas no local de armazenamento e áreas vizinhas (BARBIERE, 1992).

#### **2.4. Estrutura e composição do grão.**

Os grãos de trigo são formados por: albúmen ou endosperma; gérmen ou embrião; capa de aleurona e tegumentos. O endosperma contém 70% da fração protéica do grão, a maioria localizada na parte periférica, contendo ainda amido sob a forma de grãos intercelulares. O gérmen é rico em proteínas, lipídeos e vitaminas; a capa de aleurona é rica em proteínas, enzimas, sais minerais e vitaminas; o tegumento é rico em fibras celulósicas e hemicelulósicas, sais minerais e ácidos fítico (CHEFTEL, CHEFTEL, 1999). Os grãos de cereais contêm pequenas quantidades de açúcar. Isto porque a maior parte dos açúcares é transformada em amido. O grão de trigo possui menos de 0,1% de D-glicose, 0,1% de D-frutose e cerca de 1% de sacarose (WHISTLER, DANIEL, 1991).

O grão de trigo possui dois tipos de grânulos de amido: os grandes lenticulares e os pequenos esféricos, originados nos plastídios, que possuem todas as enzimas necessárias à formação do grão

(ROSENEY,1991). O grão de amido é composto por amilose de cadeia linear ( $\alpha$ 1-4-D-glicose) e amilopectina de cadeia ramificada ( $\alpha$ 1-4 e 1-6 D-glicose). A composição afeta as características funcionais e tecnológicas e vai depender da espécie, do período de semeadura e clima. (ROSENEY,1991).

## **2.5. Propriedades das proteínas.**

A qualidade da farinha de trigo está diretamente ligada a composição química do grão que lhe deu origem. Vários fatores contribuem para as características da massa, dentre eles estão as propriedades funcionais das proteínas, em especial das proteínas do glúten (CALDEIRA et al., 2000). O glúten é formado por: proteínas (75-85%), lipídeos (10-15%), amido residual, carboidratos e proteínas insolúveis (BLOKSMA;BUSHUK, 1988). As proteínas do trigo são classificadas em albuminas, globulinas, prolaminas (gliadinas) e glutelinas (gluteninas). As duas primeiras têm funções fisiológicas contendo enzimas que se ativam durante o processo germinativo (HOSNEY, 1994). O excesso dessas frações produz a destruição da estrutura interna da massa, causando perda de gás carbônico, formado durante a fermentação, provocando falta de homogeneidade da textura interna do pão. As frações gliadina e glutenina constituem a proteína de armazenamento responsável no processo germinativo pelo fornecimento dos aminoácidos para a síntese de novas proteínas. No

processo de panificação, são as responsáveis pela formação de uma estrutura macroprotéica denominada glúten. As proteínas do glúten podem ser detectadas por eletroforese e apresentam amplo espectro de peso molecular. Estão divididas em 2 grupos, gliadinas (prolaminas de baixo peso molecular, em torno de 30.000 Dalton) e gluteninas (polímeros de alto peso molecular que varia entre 100.000 (Dalton) a vários milhões) As prolaminas são proteínas monoméricas que possuem ligações dissulfetos intracadeias e são separadas e identificadas em função de sua mobilidade eletroforética. (CALDEIRA et al, 2000). As gluteninas são responsáveis pela característica de elasticidade do glúten, enquanto as gliadinas são responsáveis pela característica de viscosidade, provavelmente pela formação de microfibrilas (CALDEIRA et al, 2000).

Do ponto de vista físico na farinha, a massa é considerada um material viscoelástico, ao ser esticada sofre deformação e ao ser suprimido o agente causal, a massa retorna parcialmente a sua forma inicial. Se a tensão for aplicada por um longo período, a propriedade de viscosidade ocorrerá, a tensão diminui, havendo relaxamento da massa (CALDEIRA et al, 2000).

Investigações têm demonstrado que o comportamento da farinha de trigo durante o processo de panificação está relacionado com as proteínas de armazenamento, principalmente com a associação de gliadinas e frações gluteínicas, que sob hidratação formam o complexo chamado glúten, constituído por uma massa viscoelástica

tridimensional que proporciona as características físicas e reológicas de plasticidade, viscosidade e elasticidade importantes para a panificação (HAARD,1992). As interações glicolípídios-amido (ligações de hidrogênio) são reforçadas durante o cozimento do pão e poderiam ter função importante na retenção de água. Esta rede é responsável pelas principais propriedades da massa de pão, a saber: extensibilidade, impermeabilidade ao gás (retenção de anidrido carbônico e seu inchamento), elasticidade e alto poder de retenção de água (ROBSON,1991). A retenção de dióxido de carbono no processo de fermentação da panificação é resultante da propriedade viscoelástica do glúten (CALDEIRA et al, 2000).

A quantidade e qualidade do glúten determinam uma forte absorção de água e uma elevada elasticidade da pasta de padaria, que é muito favorável para a retenção de gás durante a panificação, o que ocorre com as farinhas denominadas de forte (strong), enquanto que as farinhas fracas (weak) são de baixa elasticidade e pobres em proteínas, sendo utilizadas em bolachas e docerias (CHEFTEL, CHEFTEL,1999).

Supõe-se que durante o desenvolvimento mecânico da massa de farinha de trigo, as pontes dissulfeto se reordenam mediante reações de intercâmbios produzindo polímeros elásticos mais lineares. Durante o amassado forma-se uma rede de proteínas e glicolípídeos em torno do grânulo de amido, os quais já sofreram gelatinização na superfície e liberação de amilose (ROBSON,1991).

## **2.6. Classificação da farinha de trigo.**

A portaria nº 354/SVS/MS de 1996 classifica as farinhas de trigo de acordo com seu uso: em farinha de trigo de uso doméstico e farinha de trigo de uso industrial. A de uso doméstico refere-se aos tipos: 1) integral com teor máximo de cinzas de 2,0% em base seca; 2) especial ou de primeira com teor máximo de cinzas de 0,65% em base seca e que 98% do produto deverá passar através de peneira com abertura de malha de 250 $\mu$ m; 3) comum, com teor de cinzas entre 0,66% e 1,35% em base seca e 98% do produto que deverá passar através de peneira com abertura de malha de 250 $\mu$ m. A de uso industrial refere-se a: 1) farinha integral com teor máximo de cinzas de 2,5% na base seca; 2) farinha de trigo comum com teor máximo de cinzas de 1,35%, em base seca e 98% do produto que deverá passar através de peneira com abertura de malha de 250 $\mu$ m (BRASIL, 1996).

## **2.7. Características de composição e qualidade.**

A qualidade da farinha está relacionada as características de umidade, material mineral, lipídeos e proteínas e ao valor tecnológico (VIEIRA et al, 1999).

Rasper e Rao, citado por Gutkoski;Filho;Trombeta (2002), citam que as características físicas, químicas e reológicas definem o uso e o tipo de grãos e de farinhas em cereais.

Segundo a Norma Técnica instituída pela portaria nº 354/SVS/MS (BRASIL, 1996), a farinha, além do componente principal, que é a farinha de trigo, pode possuir como ingredientes opcionais,

glúten de trigo vital e farinha de soja ou de fava enzimaticamente ativa, até um máximo de 1% e outros que venham a ser autorizados pelos órgãos competentes.

Apresentando como características organolépticas a cor branca, com tons leves de amarelo, marrom ou cinza, conforme o tipo de origem, com cheiro e sabor próprio e as características físico-químicas atendendo aos seguintes requisitos: granulometria - 98% do produto deverá passar através de uma peneira com abertura de malha de 250 $\mu$ m; acidez graxa - no máximo 50 mg de KOH devem neutralizar os ácidos graxos em 100g de farinha comum ou especial na base seca, no máximo 100 de KOH devem neutralizar os ácidos em 100g de farinha integral na base seca; proteína não deverá ser inferior a 7% na base seca, considerando o valor de Nitrogênio total = 5,7; umidade deverá atender as Boas Práticas de Fabricação, não podendo exceder a 15% em m/m; cinzas devem atender aos índices citados na composição conforme o tipo de farinha.

## **2.8. Valor nutricional.**

Entre os cereais, o trigo e o arroz são os mais consumidos e considerados os principais representantes do aporte protéico e calórico da alimentação humana. Tendo em vista o baixo valor nutritivo de suas proteínas, busca-se elevar o teor protéico dos grãos, por cruzamento genético obter variedades com maior quantidade de proteína e com maior teor de lisina e triptófano. (CHEFTEL, CHEFTEL, 1999).

Atualmente há uma tendência em se preferir a farinha obtida a partir do endosperma, que é mais rica em amido e proteínas, glutelinas e prolaminas, eliminando-se as capas externas, o que provoca uma queda nas proporções de lisina e triptófano, e eliminação de grande parte do gérmen, significando perda considerável de vitaminas e sais minerais (NITZKE, 2002).

A presença da fração de tegumento externo possuindo ácido fítico reduz a disponibilidade nutricional por formar complexo com o ferro e o cálcio (ROBSON, 1991).

Em países onde a farinha de trigo tem larga utilização na indústria alimentícia, permite-se o seu enriquecimento nutricional, a exemplo dos EUA, onde os alimentos derivados desse produto contribuem para a dieta comum com até 28% da energia necessária, 18% das proteínas e 46 % dos carboidratos, a farinha é enriquecida com vitaminas B 1, B 2, niacina e ferro. Vitamina D e cálcio são adicionados às farinhas para uso em áreas aonde venham a ser fonte alimentar primária (NITZKE, 2002).

### **3. Objetivos.**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade do grão de trigo importado e nacional e de suas farinhas

#### **3.2. Objetivos Específicos**

Verificar se a farinha obtida do trigo importado e nacional atende aos padrões de Identidade e Qualidade estabelecidos pela legislação brasileira;

Averiguar a qualidade tecnológica da farinha originada de trigo importado e nacional;

Confrontar a qualidade tecnológica da farinha proveniente do trigo importado e do trigo nacional.



## **4. Material e Métodos.**

### **4.1. Matéria-Prima.**

Foram coletadas 12 amostras em triplicatas, seis (6) de grãos de trigo importados, oriundos dos Estados Unidos (soft e hard) Ucrânia, San Lorenzo, Baia Blanca, Necochea, e seis (6) nacionais, procedentes de Palmeira, Ponta Grossa, Borzópolis, Arapoti, Assai e Castro.

As amostras de grãos importados foram coletadas em porções de navios e as nacionais em silos por agulheiros com uso de caladores graduados de aço inox. As amostras de grãos importados foram extraídas de onze diferentes pontos e profundidades e as nacionais em vinte e dois diferentes pontos e profundidades, obedecendo aos critérios estabelecidos pela NBR 5425 / 85 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e suas complementares, as NBR 5426 / 85 e 5427 / 85, de acordo com a Instrução Normativa SARC nº 7 / 2001.

As amostras em triplicatas foram homogeneizadas, sendo utilizado cerca de cinco quilos de grãos, que foram processados em Moinho Experimental Brabender Quadrimater Sênior, obtendo-se um aproveitamento final de 70% de farinha tipo especial.

### **4.2. Local de execução.**

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Controle de Qualidade do Moinho Recife – BÜNGE ALIMENTOS

### **4.3. Análises do grão.**

#### **4.3.1 Análises Físicas**

Peso Hectolitro: Determinou-se a massa de 100 litros, expressa em quilogramas, em balança para peso específico, modelo Determinador de P H (DPH-), fabricante Dallemolle, de acordo com a metodologia descrita nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992)

#### **4.3.2 Análises Químicas.**

Determinação da umidade: Determinou-se a umidade do grão pela perda do peso original da amostra (10 gramas do triturado), durante 1 hora em termo-balança Brabender a uma temperatura constante de 130 °C, de acordo com o método Prático de Referência - International Association for Cereal Chemistry (1976) Norm ICC nº110/01. Determinacion of the Moisture Content of Cereal Products (Practical Method).

Cinzas (Base seca): Foi determinada a quantidade de matéria mineral na amostra ( $5,6 \pm 0,1$  g do triturado), com base na perda de peso da amostra, após ser submetida à calcinação em mufla a 900 ° C.e resfriamento em dessecador por 1 hora, segundo as normas da International Association for Cereal Chemistry (1960)

Número de quedas: Determinou-se a capacidade da enzima  $\alpha$ -amilase em liquefazer um gel de amido, através da medição do tempo em

segundos, requerido à mistura e em seguida deixar cair o agitador até uma distância fixa, sob um gel aquoso de farinha sofrendo a liquefação a temperatura constante de 100° C. Utilizou-se uma amostra do triturado do grão de peso relacionado com a umidade (tabela de correção e aparelho falling Number), segundo AACC (1995).

Glúten Úmido: Realizou-se a determinação através da lavagem da amostra (10 gramas do triturado) com solução de cloreto de sódio a 2% e separação das proteínas insolúveis formadoras do glúten (gliadinas e gluteninas), utilizando-se aparelho Glutomatic (Peter Instruments North America, Inc, Reno, NV, 89510-7398). O glúten úmido foi obtido em porcentagem, na base de 14% de umidade, calculando-se a relação entre o peso total do glúten úmido/g e 100% de umidade da amostra, segundo, AACC (1995).

#### **4.4. Análise da Farinha**

##### **4.4.1. Análises Químicas**

Determinação da umidade: Determinou-se a umidade da farinha pela perda do peso original da amostra ( $10 \pm 0,1g$ ) durante 1 hora, em termo-balança Brabender a uma temperatura constante de 130 °C, de acordo com o método Prático de Referência - International Association for Cereal Chemistry (1976) - Norm ICC nº110/01.

Cinzas (Base seca): Foi determinada a quantidade de matéria mineral na amostra ( $5,6 \pm 0,1$  g), com base na perda de peso da amostra, após ser submetida à calcinação em mufla a  $900^{\circ}$  C e resfriamento em dessecador por 1 hora – International Association for Cereal Chemistry 1960 (Revised 1990). Norm ICC N°104/1.

Número de quedas: Determinou-se a capacidade da enzima  $\alpha$ -amilase em liquefazer um gel de amido, através da medição do tempo em segundos, requerido à mistura e em seguida deixar cair o agitador até uma distância fixa, sob um gel aquoso de farinha sofrendo a liquefação a temperatura constante de  $100^{\circ}$  C. Utilizou-se uma amostra de 7,0 gramas de farinha de trigo de peso relacionado com a umidade (tabela de correção e aparelho falling Number), segundo American Association of Cereal Chemists, 1995. Methods 56-81.

Glúten Úmido: Realizou-se a determinação através da lavagem da amostra (10 gramas de farinha) com solução de cloreto de sódio a 2% e separação das proteínas insolúveis formadoras do glúten (gliadinas e gluteninas), utilizando-se aparelho Glutomatic (Peter Instruments North América, Inc, Reno, NV, 89510-7398). O glúten úmido foi obtido em porcentagem na base de 14% de umidade, calculando-se a relação entre o peso total do glúten úmido/g e 100% de umidade da amostra, segundo American Association of Cereal Chemists, 1995. Method 38 – 12. Wet Gluten and Gluten Index

#### **4.4.2. Análise Reológicas.**

Farinografia: Avaliou-se a resistência oferecida pela massa, quando submetida a uma ação mecânica constante nas condições experimentais, através de traçado gráfico, utilizando-se o farinógrafo Brabender de acordo com o método de Referência da A.A.C.C. (1995).

Alveografia: Utilizando-se alveógrafo, determinou-se as características viscoelásticas da massa, através do registro gráfico, obtido por insuflação de ar sob pressão constante na massa, em quantidade suficiente para a formação de uma bolha até sua extensão total e consequente ruptura, segundo método da A A C C (1995).

Extensografia: Avaliou-se a qualidade geral da farinha e seu comportamento, a adição de aditivos pela medição das características da curva de carga-extensão usando-se o extensógrafo Brabender, que registra a curva de carga de extensão em que massa teste se estenda até o seu rompimento, segundo método da A A C C (1995).

#### **4.5. Análise Estatística.**

Os dados obtidos do Grão e da farinha Nacionais e Importados, de diferentes origens, foram avaliados através da análise de variância (ANOVA), sendo aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de significância para comparação das médias das amostras, como

também foi realizada a correlação de Pearson entre os parâmetros principais.

Aplicou-se a Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando dados auto-escalados, visando explorar a relação entre as análises químicas de grãos importados e nacionais oriundos de diversas cidades, como também entre as análises químicas e reológicas (farinograma) da farinha processada a partir dos grãos importados e nacionais. As análises estatísticas foram realizadas através do programa “Statistica for Windows” (Stat Soft, Inc., 1996).

## 5. Resultados e discussão

As farinhas do grão de trigo importado e nacional foram caracterizadas físico-quimicamente e reologicamente, conforme resultados apresentados nas tabelas de 1 a 8.

**Tabela 1.** Análises gerais do grão de trigo importado.

Procedência	Análises Geral				
	Umidade %	Cinzas %	Glúten Úmido %	NQ Seg.	PH Kg/hL
Bahia blanca	12,07 <sup>a</sup>	1,86 <sup>a</sup>	21,67 <sup>a</sup>	352,75 <sup>a</sup>	79,48 <sup>a</sup>
Necochea	12,03 <sup>a</sup>	1,76 <sup>b</sup>	22,04 <sup>a</sup>	349,47 <sup>a</sup>	79,34 <sup>a</sup>
USA hard	11,64 <sup>b</sup>	1,76 <sup>b</sup>	27,34 <sup>b</sup>	430,81 <sup>b</sup>	78,27 <sup>b</sup>
USA soft	12,65 <sup>c</sup>	1,88 <sup>a</sup>	23,42 <sup>c</sup>	339,00 <sup>a</sup>	78,12 <sup>b</sup>
San Lorenzo	12,20 <sup>a</sup>	2,00 <sup>c</sup>	28,57 <sup>d</sup>	341,00 <sup>a</sup>	77,95 <sup>b</sup>
Ucrânia	11,48 <sup>b</sup>	1,69 <sup>d</sup>	26,20 <sup>e</sup>	293,14 <sup>c</sup>	80,13 <sup>a</sup>

\* Em uma mesma coluna, médias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

**Tabela 2.** Análises gerais do grão de trigo nacional.

Procedência	Análises Gerais				
	Umidade %	Cinzas %	Glúten Úmido %	NQ Seg.	PH Kg/hL
Palmeira	12,6 <sup>a</sup>	1,78 <sup>a</sup>	30,0 <sup>a</sup>	215,22 <sup>ad</sup>	75,33 <sup>ac</sup>
Ponta Grossa	12,73 <sup>a</sup>	1,75 <sup>ac</sup>	34,0 <sup>a</sup>	164,11 <sup>be</sup>	76,33 <sup>a</sup>
Borozopo	12,90 <sup>a</sup>	1,64 <sup>bd</sup>	27,0 <sup>a</sup>	64,67 <sup>c</sup>	74,67 <sup>c</sup>
Arapoti	12,57 <sup>a</sup>	1,71 <sup>ade</sup>	27,67 <sup>a</sup>	210,00 <sup>af</sup>	76,00 <sup>ac</sup>
Assai	12,53 <sup>a</sup>	1,65 <sup>be</sup>	31,33 <sup>a</sup>	223,78 <sup>df</sup>	80,00 <sup>b</sup>
Castro	12,37 <sup>a</sup>	1,70 <sup>bce</sup>	28,67 <sup>a</sup>	177,33 <sup>ae</sup>	76,67 <sup>a</sup>

\* Em uma mesma coluna, médias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

Na tabela 1 e 2 encontram-se os valores obtidos nas análises gerais do grão importado e nacional, respectivamente.

Os teores de umidade das amostras importadas e nacionais situaram-se abaixo de 13%, valor máximo permitido para o grão de trigo estabelecido pela legislação vigente no país, recomendado tecnicamente para assegurar a conservação, o empacotamento e o armazenamento (BRASIL, 2001).

Observa-se na tabela 1 que entre as amostras USA hard e Ucrânia não há diferenças significativas, em relação aos teores de umidade, ocorrendo o mesmo entre Bahia blanca, San Lorenzo e Necochea, havendo diferença significativa apenas em relação a USA



soft. Na tabela 2 observou-se que não houve diferença significativa entre as amostras, todas atendendo a legislação em vigor.

Quanto ao glúten as amostras Bahia blanca e Necochea da tabela 1 não apresentaram diferenças significativas, obtendo ambas os valores mais baixos. Houve diferenças significativas entre as amostras USA soft, Ucrânia, USA hard e San Lorenzo, esta última obtendo o maior valor. Os valores apresentados na tabela 2 mostraram não haver diferenças significativas entre as amostras de grão nacional ao nível de 5% de probabilidade.

O glúten é o elemento responsável pela formação da massa, atribuindo-lhe as características viscoelásticas. Segundo Sales (1987) uma provável diminuição de glúten propicia a obtenção de uma massa com menos absorção de água.

Os valores do número de queda (NQ) apresentados na tabela 1 mostraram não haver diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as amostras Bahia blanca, Necochea, USA soft e San Lorenzo, havendo diferenças significativas para mais em relação a USA hard (430,31 seg) e para menos no caso de Ucrânia (293,14 seg). A tabela 2 mostrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da amostra de Borozópolis com as demais, alcançando o maior valor (223,78) para a amostra de Assai.

Os pesos hectolítricos dos grãos importados (tabela 1) mostram que entre as amostras da Ucrânia, Bahia blanca e necochea não houve diferenças significantes, o mesmo acontecendo com as USA hard, USA soft e San Lorenzo. Apesar disto, os valores obtidos tipificaram as

amostras USA soft, USA hard, Necochea, Bahia blanca e Ucrânia como trigos tipo 1 e San Lorenzo como tipo 2. (Conforme a instrução normativa nº 1/99 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento).

A tabela 2 mostrou que houve diferença significativa da amostra assai, com as demais, sendo esta classificada como tipo 1, Borozópolis tipo 3 e as outras como tipo 2.

O Peso Hectolítrico, massa de 100 litros expressa em quilogramas, é utilizado como medida tradicional de comercialização em vários países e expressa indiretamente a qualidade de grãos.

Sabe-se que quanto maior o PH, maior o valor comercial do produto. Bacaltchuck, (1999) em Gutkoski e Neto (2002), diz que o ágio e deságio por diferenças de PH têm influência no mercado.

**Tabela 3.** Análises gerais da farinha de trigo importada.

Procedência	Análises Gerais			
	Umidade %	Cinzas %	Glúten Úmido %	NQ Seg.
Bahia blanca	14,83 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	22,60 <sup>a</sup>	354,67 <sup>a</sup>
Necochea	14,85 <sup>a</sup>	0,50 <sup>ac</sup>	23,05 <sup>a</sup>	371,00 <sup>ac</sup>
USA hard	14,30 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	28,87 <sup>b</sup>	428,33 <sup>bcd</sup>
USA soft	14,47 <sup>a</sup>	0,45 <sup>bc</sup>	22,70 <sup>a</sup>	322,33 <sup>a</sup>
San Lorenzo	14,67 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	29,17 <sup>b</sup>	381,33 <sup>ad</sup>
Ucrânia	14,53 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	25,97 <sup>c</sup>	376,67 <sup>ad</sup>

\* Em uma mesma coluna, medias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

**Tabela 4.** Análises gerais da farinha de trigo nacional.

Procedência	Análises Gerais			
	Umidade	Cinzas	Glúten	NQ
	%	%	Úmido	seg.
			%	
Palmeira	14,1 <sup>ab</sup>	0,36 <sup>a</sup>	31,5 <sup>ad</sup>	231,3 <sup>a</sup>
Ponta Grossa	15,0 <sup>a</sup>	0,48 <sup>b</sup>	28,6 <sup>ac</sup>	251,3 <sup>a</sup>
Borozópolis	13,9 <sup>bc</sup>	0,44 <sup>bc</sup>	28,1 <sup>bce</sup>	233,3 <sup>a</sup>
Arapoti	14,3 <sup>acd</sup>	0,38 <sup>a</sup>	28,0 <sup>bcd</sup>	265,3 <sup>a</sup>
Assai	13,5 <sup>bd</sup>	0,40 <sup>ac</sup>	33,4 <sup>d</sup>	279,3 <sup>a</sup>
Castro	13,1 <sup>b</sup>	0,39 <sup>ac</sup>	29,8 <sup>aef</sup>	241,3 <sup>a</sup>

\* Em uma mesma coluna, medias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

Na tabela 3 e 4 constam os resultados das análises gerais da farinha importada e da farinha nacional.

Os valores de umidade obtidos na tabela 3 mostraram não haver diferenças significativas, já os valores da tabela 4 demonstraram diferenças significativas. A amostra Castro apresentou o menor valor 13,1% e a Ponta Grossa o maior (15,0%). O teor de umidade máximo permitido pela legislação vigente é de 15% (BRASIL, 1996). A observação desse limite normalmente assegura a conservação da qualidade das farinhas durante a estocagem comercial. (CIACCO e CHANG, 1986). Segundo Gutkoski e Neto (2002), a umidade é importante por ser um dos principais fatores de aceleração das reações químicas.

De acordo com Vieira, Bardiale-Furlong e Oliveira (1999), teores de umidade e cinzas elevados associados poderiam resultar num modelo matemático preditivo da ocorrência de micotoxinas.

Observando-se os resultados de análises de cinzas da farinha importada (tabela 3), verifica-se que houve diferença significativa entre a amostra USA soft com as demais exceto a de Necochea. Os resultados da farinha nacional (tabela 4) demonstram que não houve diferenças significativas entre as amostras Palmeira, Arapoti, Assai e Castro, havendo diferenças ( $p < 0,05$ ) de Ponta Grossa com: Palmeira, Arapoti, Assai e Castro. Todas as amostras apresentaram valores compatíveis com a farinha de trigo especial ou de primeira que é no máximo 0,65% na base seca. (BRASIL, 1996).

Quando ocorrem variações para maiores valores em farinhas obtidas de um mesmo tipo de grão, isto pode significar um alto grau de extração. (VIEIRA, BARDIALE - FURLONG e OLIVEIRA, 1999).

A tabela 3 mostra que não houve diferenças significativas no teor de glúten das amostras Bahia blanca, Necochea USA soft, e também nas amostras USA hard e San Lorenzo, apresentando respectivamente os maiores valores (28,87-29,17), havendo diferenças significativas na Ucrânia. A tabela 4 mostra que não houve diferenças significativas entre as amostras de Assai e Palmeira, tendo estas os maiores valores para (33,4 e 31,5), respectivamente. A medida do glúten determina a qualidade funcional de uma farinha pela mensuração da porção insolúvel das proteínas. A gliadina, responsável pela coesão da massa

e a glutenina, responsável pela propriedade de resistência e extensão (Hosney, 1990). Cabe salientar que o glúten não existe na natureza nem no grão e nem na farinha derivada do endosperma, ele se forma quando se mistura farinha com água e aplica-se um trabalho manual ou mecânico, sendo influenciada pela natureza do glúten (BUSHULK e TKACHUCK, 1991).

O Número de Queda da tabela 3 mostrou que não houve diferenças significativas das amostras Bahia blanca com USA soft, Necochea, San Lorenzo e Ucrânia, diferenciando ( $p < 0,05$ ) da USA hard, esta para maior.

Os valores obtidos na tabela 4 mostram que não houve diferenças significativas, ficando Assai com o valor 279,3. Observa-se que os valores da tabela 3 estão acima da tabela 4, compatíveis com o trigo melhorador. Os valores da tabela 4 são compatíveis com o trigo pão e trigo brando. (BRASIL, 1999).

O Número de Queda, também chamado de Falling Number, mede o efeito da alfa-amilase, sua atividade e também propriedades do amido gelatinizado de uma suspensão da farinha, durante o processo de aquecimento.

O Número de Quedas indica o potencial diastático das farinhas de trigo, através da correlação entre viscosidade do amido gelatinizado e a atividade da enzima alfa-amilase. Os grãos de amido danificados durante a moagem, tornam-se mais suscetíveis a ação das enzimas alfa-amilase e beta-amilase.

Na panificação, o desejável é uma ótima interação entre os teores de amido danificados e enzimas amilóticas para produzir as características desejáveis. No cozimento da massa as enzimas amilases são inativadas e as dextrinas disponíveis utilizadas nas reações de escurecimento não-enzimático, produzindo o sabor desejável ao pão. (SHELTON e D'APPOLONIA, 1985).

**Tabela 5.** Farinograma da farinha de trigo importada.

Procedência	Farinograma			
	Absorção de água (%)	Tempo de desenvolvimento (min)	Estabilidade (min)	ITM (UB)
Bahia blanca	56,87 <sup>ab</sup>	2,0 <sup>ac</sup>	17,17 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>
Necochea	58,35 <sup>a</sup>	2,12 <sup>ac</sup>	24,75 <sup>a</sup>	27,5 <sup>a</sup>
USA hard	57,47 <sup>ac</sup>	2,83 <sup>a</sup>	17,00 <sup>a</sup>	21,7 <sup>a</sup>
USA soft	54,43 <sup>bc</sup>	1,67 <sup>cd</sup>	12,50 <sup>a</sup>	50,00 <sup>a</sup>
San Lorenzo	59,30 <sup>a</sup>	9,0 <sup>b</sup>	13,67 <sup>a</sup>	33,3 <sup>a</sup>
Ucrania	55,27 <sup>bc</sup>	2,0 <sup>ad</sup>	10,00 <sup>a</sup>	35,0 <sup>a</sup>

\* Em uma mesma coluna, medias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

**Tabela 6.** Farinograma da farinha de trigo nacional.

Procedência	Farinograma			
	Absorção de água (%)	Tempo de desenvolvimento (min)	Estabilidade (min)	ITM (UB)
Palmeira	53,3 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	7,9 <sup>ab</sup>	36,7 <sup>ab</sup>
Ponta Grossa	56,0 <sup>bd</sup>	5,6 <sup>bce</sup>	9,9 <sup>a</sup>	26,3 <sup>a</sup>
Borozópolis	56,3 <sup>bd</sup>	2,2 <sup>a</sup>	8,0 <sup>ab</sup>	23,3 <sup>a</sup>
Arapoti	57,5 <sup>b</sup>	4,3 <sup>ac</sup>	6,3 <sup>b</sup>	49,0 <sup>b</sup>
Assai	57,6 <sup>b</sup>	5,6 <sup>bcd</sup>	10,4 <sup>a</sup>	27,7 <sup>a</sup>
Castro	55,7 <sup>cd</sup>	2,9 <sup>ade</sup>	5,6 <sup>b</sup>	52,3 <sup>b</sup>

\* Em uma mesma coluna, medias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

As tabelas 5 e 6 referem-se aos valores obtidos nos farinogramas da farinha importada e nacional respectivamente.

Os valores obtidos de absorção de água na tabela 5 demonstraram que as amostras de Necochea com San Lorenzo, Bahia Blanca, e USA hard não diferem, ficando estas com os valores mais elevados, e que USA soft, com o menor valor, difere significativamente de Necochea e San Lorenzo.

A tabela 6 demonstrou que quanto à absorção de água, Palmeira, com o menor valor, diferenciou significativamente com as demais.

Sales e Vitti (1987) em estudo preliminar sobre as propriedades tecnológicas de panificação da farinha mista de trigo e amaranto

associou os baixos valores de absorção de água na mistura de amaranto à provável diminuição no teor de glúten, que não foi confirmado neste trabalho, tendo em vista que as amostras que apresentaram os menores valores de absorção não apresentaram os menores valores para o teor de glúten.

A farinografia avalia a qualidade de uma farinha de trigo, no que se refere a sua capacidade de absorver água e resistir ao amassamento.

Quanto à estabilidade a tabela 5 mostrou que apesar da variação para maior das amostras Bahia blanca, Necochea e USA hard, não houve diferenças significativas entre elas e as outras (USA soft, San Lorenzo e Ucrânia), ficando Necochea com o maior valor.

Na tabela 6, ficou demonstrado não haver diferenças significativas de Palmeira com as demais, ficando Assai com o maior valor. A estabilidade de uma massa está relacionada com a qualidade protéica da farinha, uma maior estabilidade indica maior resistência ao amassamento e melhor qualidade protéica. (MARTINEZ, EI-DASH, 1993)



**Tabela 7.** Extensograma da farinha de trigo importada.

Procedência	Extensograma					
	Tempo de Leitura (min)	Resistência Extensão (UB)	Resistência Máxima Extensão (UB)	Extensibilidade (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Razão R/E (UB/mm)
Bahia blanca	135 <sup>a</sup>	460,00 <sup>a</sup>	637,50 <sup>a</sup>	14,5 <sup>a</sup>	121,15 <sup>a</sup>	4,40 <sup>a</sup>
Necochea	135, <sup>a</sup>	342,50 <sup>ac</sup>	582,50 <sup>a</sup>	16,22 <sup>a</sup>	117,47 <sup>a</sup>	3,49 <sup>ac</sup>
USA hard	135 <sup>a</sup>	327,50 <sup>bc</sup>	607,50 <sup>a</sup>	19,55 <sup>b</sup>	160,80 <sup>a</sup>	3,12 <sup>ad</sup>
USA soft	135 <sup>a</sup>	346,67 <sup>bc</sup>	493,33 <sup>a</sup>	15,43 <sup>a</sup>	122,80 <sup>a</sup>	3,26 <sup>ae</sup>
San Lorenzo	135 <sup>a</sup>	316,67 <sup>bce</sup>	511,67 <sup>a</sup>	16,53 <sup>a</sup>	114,47 <sup>a</sup>	2,71 <sup>bcde</sup>
Ucrânia	135 <sup>a</sup>	209,33 <sup>de</sup>	273,33 <sup>b</sup>	16,43 <sup>a</sup>	62,40 <sup>b</sup>	1,66 <sup>b</sup>

\* Em uma mesma coluna, medias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

\*\* R = Resistência e E = Extensibilidade

**Tabela 8.** Alveograma da farinha de trigo importada.

Procedência	Alveograma				
	L (mm)	P (mm)	P/L	W (10 <sup>-4</sup> )	G
Bahia blanca	76,33 <sup>a</sup>	78,33 <sup>a</sup>	1,13 <sup>a</sup>	218 <sup>a</sup>	18,93 <sup>a</sup>
Necochea	87,00 <sup>bd</sup>	71,00 <sup>a</sup>	0,82 <sup>b</sup>	213 <sup>a</sup>	20,70 <sup>b</sup>
USA hard	106,00 <sup>c</sup>	84,33 <sup>a</sup>	0,79 <sup>b</sup>	315 <sup>a</sup>	22,90 <sup>c</sup>
USA soft	74,00 <sup>a</sup>	87,00 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	227 <sup>a</sup>	19,10 <sup>a</sup>
San Lorenzo	79,50 <sup>ad</sup>	82,00 <sup>a</sup>	1,035 <sup>a</sup>	194 <sup>a</sup>	19,85 <sup>d</sup>
Ucrânia	60,00 <sup>e</sup>	88,00 <sup>a</sup>	1,45 <sup>c</sup>	197 <sup>a</sup>	19,20 <sup>a</sup>

- Em uma mesma coluna, medias seguida de letras iguais não diferem estatisticamente entre si a um nível de significância de 5%, baseado no teste Duncan.

As tabelas 7 e 8 mostram os valores dos extensogramas e alveograma das farinhas de trigo importada.

A tabela 7 mostrou em relação à resistência a extensão que a Ucrânia possui o menor valor não diferindo significativamente com San Lorenzo, Bahia Blanca, por sua vez, apresenta o maior valor, diferenciando das demais, exceto Necochea. Quanto a extensibilidade não houve diferenças significativas entre Bahia blanca, Necochea, USA soft, San Lorenzo e Ucrânia, diferindo estatisticamente apenas a amostra USA hard.

A Extensibilidade e a Resistência à Extensão evidenciam a qualidade tecnológica do glúten, que dependem em grande parte do número de ligações cruzadas entre as moléculas de proteínas e das suas forças. As ligações de hidrogênio e de enxofre desempenham grande importância na formação da estrutura do glúten (MARTINEZ, EL-DASH, 1993).

A tabela 8 mostra o alveograma da farinha importada. Quanto à relação tenacidade/extensibilidade P/L demonstrou-se que entre as amostras Bahia blanca, USA soft e San Lorenzo não diferiram estatisticamente entre si, todas apresentando valores acima de 1,0 significando massa tenaz, assim como as amostras Necochea e USA hard, havendo diferença significativa quanto à Ucrânia. Em relação à W, os valores obtidos das amostras não inferiram diferenças significativas, sendo o maior valor (315) registrado por USA hard.

No Alveograma (P/L e W) são representados por gráficos registrados pela intensidade de pressão de ar injetada dentro de uma bolha de massa. Por relação matemática, a divisão da tenacidade (P) pela extensibilidade (L) com a mesma intensidade, obtém-se o valor 1,0; representando um equilíbrio entre as duas propriedades. Valores maiores que 1,0; predomina a propriedade elástica (massa tenaz) e da mesma forma, valores menores (de 0 a 0,9) indicarão a formação de uma massa extensível. Força (W) e relação P/L, sozinhos, não são suficientes para avaliar a farinha, é preciso analisar os dois parâmetros em conjunto.

A expressão força de uma farinha normalmente é utilizada para designar a maior ou menor capacidade de uma farinha de sofrer um tratamento mecânico ao ser misturada com água. Também é associada a maior ou menor capacidade de absorção de água pelas proteínas formadoras de glúten, combinadas à capacidade de retenção do gás carbônico, resultando num bom produto final de panificação, ou seja, pão de bom volume, de textura interna sedosa e de granulometria aberta. (TIPPLES, 1982).

Gutkoski, Trombeta, 2002, em estudo sobre a correlação entre as determinações físicas, químicas e reológicas de amostras de grãos e de farinhas do cultivo de trigo Rubi identificaram uma forte correlação entre a concentração de proteínas do grão e a qualidade industrial da farinha, verificada pela força geral do glúten (W) e relação P/L, resultados também obtidos por Rosa Filho (1999), que verificou que

amostras de trigo com baixos teores de proteínas apresentaram menores valores de W e vice-versa.

O uso tecnológico do trigo sugerido baseia-se nos valores da alveografia (W, P/L) e também número de queda. Todas as amostras indicaram uma boa utilização na panificação do pão francês, com exceção da USA hard, que se caracterizou para utilização de pão de forma.(BRASIL, 1999).

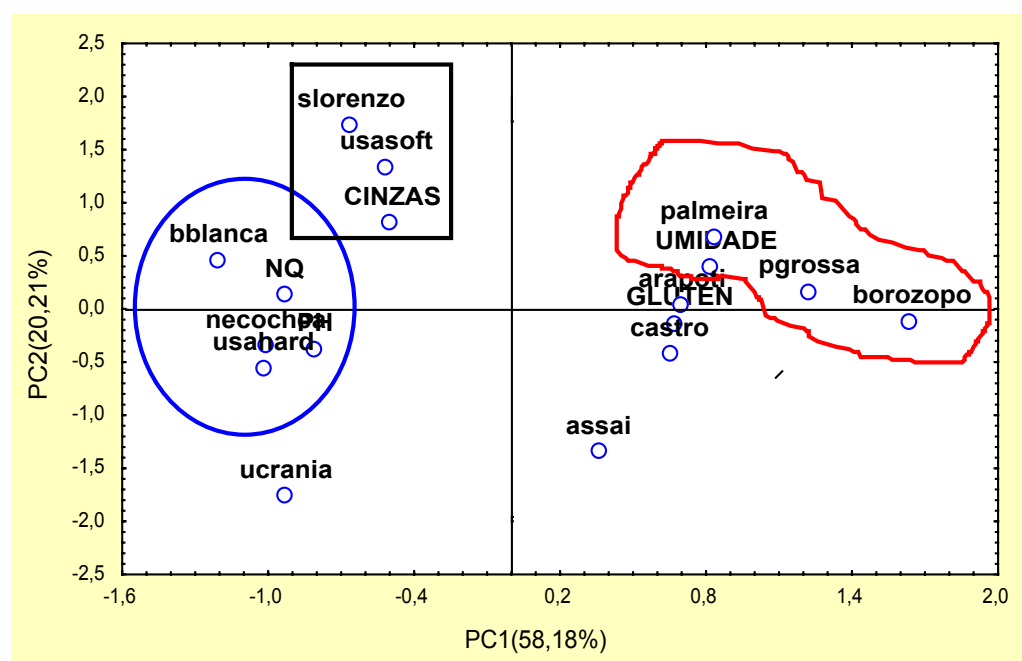


Figura 1. Representação Gráfica dos “loadings” e “Scores” das análises gerais dos grãos de farinhas nacionais e importados, para as componentes principais 1 e 2 (PH: peso hectolitro; NQ: Número de Queda).

Na figura1 podemos observar que a primeira componente principal PC1 inclui 58,18% da variância no conjunto de dados, e os loadings (Tabela 9) indica que teve contribuição significativa do PH, Umidade e NQ. A segunda componente principal (PC2), descreve

20,21% do total de variância e tem alto loading positivo para cinzas (Tabela 9).

As primeiras componentes principais (PC1 e PC2) mostraram grupamentos definidos para NQ, PH, Umidade e Cinzas.

PC1 Loadings (Figura 1) discrimina os grãos procedentes de B. blanca, Necochea e Usa hard (Importados), com altos “scores” negativo, caracterizado por maiores valores de PH e NQ, em contraposição aos baixos valores de Umidade. Resultados confirmados pela correlação inversa de Pearson do PH e NQ com a umidade ( $r = -0,69$  ( $p < 0,05$ ) e  $r = -0,73$  ( $p < 0,05$ ) respectivamente). Por outro lado os grãos Nacionais procedentes de Palmeira, Ponta grossa e Borozópolis apresentam maiores teores de Umidade, com alto score positivo, em contra-posição de PH e NQ. Resultado que não foi confirmado no estudo realizado por Vieira e Bardiale-Furlong (1999), em farinhas comerciais, que identificou uma correlação inversa entre os parâmetros umidade e cinzas, correlação esperada devido ao processo de umedecimento do grão de trigo anterior a moagem, permitindo a penetração da umidade no interior do grão.

O PC2 scores e loadings na figura 1 mostram que os grãos provenientes de San Lorenzo e Usa soft (scores positivo na PC2) formam um único grupo por seus altos teores de cinzas.

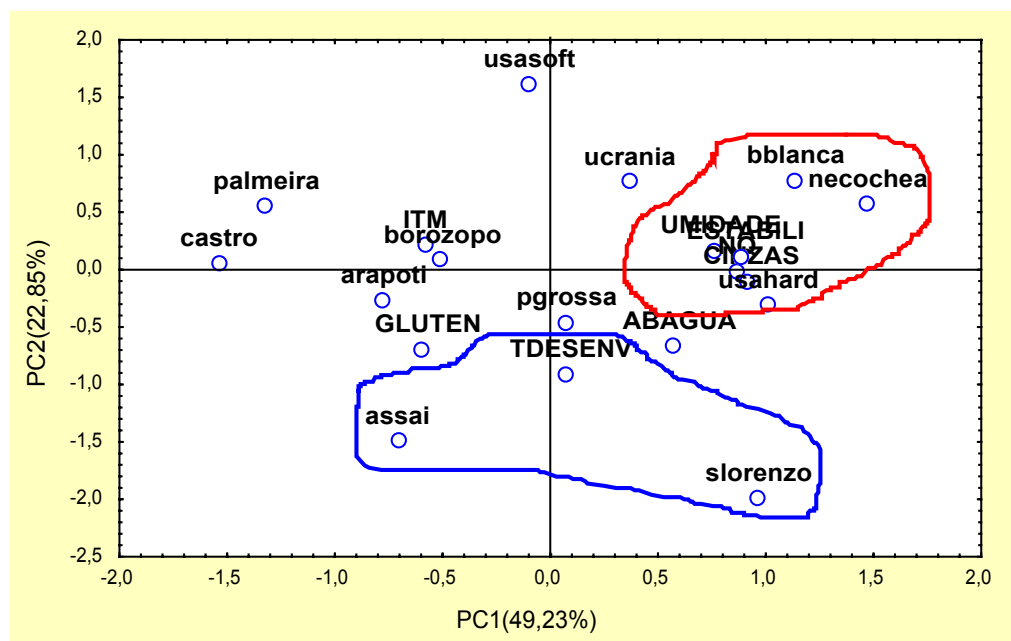


Figura 2. Representação Gráfica dos “loadings” e “Scores” das análises gerais e farinograma das farinhas nacionais e importadas, para as Componentes Principais 1 e 2 ( NQ: Número de Queda; ITM: Índice de Tolerância Média).

Na figura 2 o PC1 inclui 49,23% da variância no conjunto de dados e os loadings (tabela 10) indica que ele tem contribuição significativa da Umidade, NQ, cinzas e estabilidade. A segunda componente principal (PC2) descreve 22,85%, totalizando 72,08%. Na primeira componente principal observa-se que as amostras de farinha da Bahia blanca e da Necochea, altos scores positivo na PC1, possuem valores altos de Umidade, NQ, cinzas e estabilidade, em oposição às amostras de farinha de Palmeiras e Castro (scores negativos na PC1).

Analisando a correlação de Pearson entre as análises químicas e reológicas (farinograma) das amostras de farinha, a melhor correlação ( $r = 0,74$  ( $p < 0,05$ ) e  $r = 0,66$  ( $p < 0,05$ )) foram estabelecidas entre NQ e cinzas com estabilidade respectivamente, resultados que estão consistentes com a representação gráfica destas variáveis na Análise de Componentes Principais (Figura 2).

PC2 loadings (Tabela 10) contem contribuição significativa do tempo de desenvolvimento. Podemos observar na figura 2 que discrimina as farinhas oriundas de San Lorenzo e Assai, com scores negativos, caracterizados por ter um mais alto tempo de desenvolvimento, enquanto Usa soft com scores positivos apresentam os menores valores.

**Tabela 9.** Loadings para as duas Primeiras Componentes Principais na Analise Gerais dos Grãos de Farinha.

Variáveis	PC1	PC2
PH	-0,81 <sup>a</sup>	-0,37
Umidade	0,81 <sup>a</sup>	0,41
Cinzas	-0,51	0,82 <sup>a</sup>
Glúten		-0,12
	0,66	
NQ	-0,94 <sup>a</sup>	0,14

<sup>a</sup> Indica a respectiva componente principal o qual eles pertencem

**Tabela 10.** Loadings para as duas Primeiras Componentes Principais na Analise Gerais e Farinograma da farinha nacional e importada.

Variáveis	PC1	PC2
Glúten	-0,60	-0,68
Umidade	0,76 <sup>a</sup>	0,18
NQ	0,86 <sup>a</sup>	-0,01
Cinzas	0,91 <sup>a</sup>	-0,09
Absorção de água	0,56	-0,66
Tempo de desenvolvimento	0,07	-0,90 <sup>a</sup>
Estabilidade	0,87 <sup>a</sup>	0,13
ITM	-0,59	0,22

<sup>a</sup> Indica a respectiva componente principal o qual eles pertencem.

Os loadings são apresentados na tabela 10 para ambas análises gerais e farinograma. Podemos observar que nas análises gerais, a Umidade, NQ e Cinzas possuíram loadings altos e positivos, indicando uma contribuição significativa para PC1.

Similarmente para o farinograma PC1 envolveu a estabilidade; PC2 o tempo de desenvolvimento.



## 6. Conclusões.

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

- Quanto ao parâmetro PH, importante na comercialização dos grãos, os de trigo importado foram classificados como melhoradores, enquanto os nacionais foram classificados como trigo pão e trigo brando.
- Todas as amostras do trigo importado foram classificadas como tipo 1, entre as nacionais apenas a amostra assai destacou-se como tipo 1.
- Conforme os parâmetros de glúten e NQ das farinhas de trigo, as importadas USA hard e San Lorenzo se sobressaíram com os valores de 28,87 – 428,33 e 29,17 - 381,33 respectivamente contra os valores de assai com 33,4-279,3 e Arapoti com 28,0-265,3 respectivamente.
- O farinograma das farinhas mostraram que as importadas possuem os maiores valores de absorção de água e estabilidade, indicando maior resistência ao amassamento e melhor qualidade protéica, destacando-se San Lorenzo com os valores de 59,30 e 13,67 respectivamente, contra os valores de Assai com 57,6 e 10,4.
- O extensograma das farinhas importadas mostraram que Bahia blanca apresentou uma maior resistência máxima à extensão (637,50) com extensibilidade de 14,5 e USA

hard com 607,50 e 19,55 respectivamente, demonstrando ótima qualidade do glúten.

- alveograma das farinhas importadas indicaram que a amostra USA hard, possui ótimos valores de P/L e W, significando a formação de uma massa extensível com boa capacidade de sofrer tratamento mecânico na mistura com água.
- As análises realizadas nos grãos e nas farinhas de trigo indicaram que tanto as de origem nacional bem como as de origens importadas, atendem a legislação em vigor.
- As análises realizadas nos grãos e nas farinhas de trigo indicaram que as importadas são de melhor qualidade do ponto de vista comercial e tecnológico.

## 7. Referência Bibliográfica.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of the A.A.C.C.** Method 38-12.Wet Gluten and Gluten Index. The Association St. Paul.Mn, 1995.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS.. **Approved Methods of the A.A.C.C.** Method 56-81 B.Falling – Nunber Determination. The Association St. Paul.Mn, 1995

BARBIERI, Margarita K. **Matérias estranhas: contaminação, técnicas de isolamento e detecção em farinha de trigo.** Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimento, v.22, n.1, p.13-22,jan/jun.1992.

BLOKSMA, H.A.; BUSHUK, W. **Rheology and Chemistry of Dough in Wheat Chemistry and Tecnology**, II 3<sup>rd</sup>. Ed. Pomerazy, Am. Assoc. Cereal. Chem.. St. Paul, MN. p.131 – 217, 1988.

BRASIL, Decreto-Lei n.º968 de 21 de outubro de 1969. Institui Normas Básicas sobre Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de out. 1969.

BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de sementes**, Brasília, p. 365,1992.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento – Instrução Normativa nº 1<sup>de</sup> 27 de janeiro de 1999, Norma de Identidade e Qualidade do Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 de jan. 1999.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 74/MS/SNVS, de 4 de agosto de 1994. Estabelece o Limite Máximo de Tolerância de Fragmentos de Insetos na Farinha de Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 de ago. 1994.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 354/MS/SVS, de 18 de julho de 1996. Aprova a Norma Técnica referente à Farinha de Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de jul. 1996.

BRASIL, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 33/MS/SVS, de 13 de janeiro de 1998. Adota os valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de jan. 1998.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC Nº 15, MS/ANVISA de 21 de fevereiro 2000. Aprovado Regulamento Técnico sobre a fortificação de Ferro em Farinhas de Trigo e Milho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de fev.2000.

BRASIL, Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 07, de 15 de agosto de 2001. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 de ago. 2001.

BRIDA, K; GOULART, R. **Avaliação Microscópica da sanidade dos pães de trigo**. Revista Ciências. Saúde v.13 nº1/2. jan-jun. p.126-134, 1994.

BUSHUK, W; TRACHUK, P. **Glúten Proteins 1990**. Am. Assoc. Cereal. Chem., St. Paul, MN, 1991. Disponível em:<http://www.sbmp.org.Br/cbmp2001/palestras/palestra32.htm>. acesso em: 24 de mar. 2003.

CALDEIRA, N.Q.N.; LIMA, Z.L.A.; SEKI, A.R.; RUNJANEK, F.D., **Diversidade de trigo, tipificação de farinhas e genotipagem**.

Revista Biotecnologia Ciência de Desenvolvimento, ano III, nº 16, p. 44 – 48, 2000.

CHEFETEL, J. C.; CHEFETEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Espanha: Acribia, p. 99 – 105, 1999.

CIACCO, C. F.; CHANG, Y.K. **Tecnologias de massas alimentícias**. São Paulo: ícone, p. 127 1986.

Crise na Argentina deixa o pãozinho mais caro. JN. On-line.A Semana.Disponível em:  
<<http://redeglobo3.globo.com/jn/semana.jsp?id=10899>>, acesso em: 05 de out. 2002.

EL DASH, A. A. **Importância das proteínas em tecnologia de farinha e panificação**. Seminário Internacional: Tópicos especiais em ciência e tecnologia de proteínas. Campinas: ITAL, p. 45-50, nov. 1997.

EL-DASH, A; MIRANDA de M. Z. **Farinha integral de trigo germinado. Características Nutricionais e estabilidade ao armazenamento**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 22 (3): 216 – 223, set – dez. 2002.

FERREIRA, R.A. **Trigo: o alimento mais produzido no mundo.** Nutrição Brasil, Rio de Janeiro, jan./fev.2 (1), p. 45 – 52, 2003.

GERMANI, R. **Adequação tecnológica de trigo brasileiro às necessidades da agroindústria e do consumidor.** Relatório de Projeto. Sistema EMBRAPA / CTAA, 1995.

GUTKOSKI, L.C.; FILHO, O.R.; TROMBETA, C. **Correlação entre o teor de proteínas em grão de trigo e a qualidade industrial das farinhas.** B. CEPPA, Curitiba, V. 20, nº 1, P. 29 – 40, jan./ jun. 2002.

GUTKOSKI, L.C.; Neto, R.J. **Procedimento para Teste Laboratorial de Panificação- Pão tipo Forma.** Revista Ciência Rural, v. 32, nº 5, p. 873-879, 2002.

HAARD, N. F. **Características de los Tejidos Vegetalis Comestibles:** In: FENNEMA, O. R. Química dos Alimentos, Zaragoza: Acribia S.A. cap. 15, p. 966 – 967, 1992.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CEREAL CHEMISTRY. 1976 Norm ICC N°110/01. Determination of the Moisture Content of Cereal Products (**Practical Method**).

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CEREAL CHEMISTRY. 1960  
(Rev. 1990) **Norm ICC N°104/01**. Determination of Ash in Cereals and  
Cereals Products.

.Riede, C.R. Estratégias de melhoramento para qualidade e  
perspectivas do melhoramento de trigo para fins especiais. Instituto  
Agrônômico do Paraná (IAPAR) Disponível em:  
<<http://www.abitrigo.com.br/port/trigoptod.htm>>, acesso em: 24 de set.  
2002.

MARTINÉZ, F.B.; EL DASH, A.A. **Efeito de la adición de harina  
instantânea de maíz en las características reológicas de la harina  
de trigo y elaboración de PAN III**. Archivos Latinoamericanos de  
Nutrición, 43 (4) Supl. DEC. P. 321 – 326, 1993.

PIROZI, M.S.; GERMANI. R. **Efeito do armazenamento sobre as  
propriedades tecnológicas da farinha de trigo, de variedades de  
trigo cultivado no Brasil**. Brazilian Archives of Biology and  
Technology, v.41.n.1.p.155-169.mar.1998.

MUIRHEAD, R.J. **Aspects of multivariate statistical theory**. New  
York: John Wiley & Sons, Inc. p. 673, 1982.



NITZKE, J.A. Farinhas. Disponível em: <<http://penta.ufrgs.br/~julio:/pao/farinha.2.htm>>. Acesso em 10 mar. 2002.

POMERANZ, Y. **Modern cereal science and technology**. New York; VHC, p.486 1987.

POMERANZ, Y. **Biochemical, functional and nutritive changes during storage**, In: CHRISTENSEN, C. M. Storage of Cereal Grains and their products. 2 ed., c.2.p.56-St. Paul: AACC, 1974.

RICHARDSON, T. ; HYSLOP, D. B. Enzimas: In: FENNEMA, O. R. **Química dos Alimentos**, Zaragoza: Acribia S.A., cap. 5, p. 415 – 536. 1992.

.Riede, C.R. Estratégias de melhoramento para qualidade e perspectivas do melhoramento de trigo para fins especiais. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/port/trigoptod.htm>>, acesso em: 24 de set. 2002

RIEDEL, G. **Controle Sanitário dos Alimentos**. São Paulo/Rio de Janeiro: Atheneu, p. 171, 1992.

ROBSON, D. S. **Bioquímica Y valor nutritivo de los Alimentos.**  
Zaragoza: Acribia S.A, p.211-218, 1991.

ROSA FILHO, O. **Uso de adubação nitrogenada no espigamento para melhorar a qualidade industrial do trigo.** Passo Fundo: Aldeia, (Comunicado Técnico nº 1da OR Melhoramento de Sementes Ltda.), 1999.

ROSENEY, R.C. **Princípios de Ciência e Tecnologia de los Cereais.**  
Zaragoza: Acribia S.A. p31,1991.

SALES, A. M.; VITTI, P. **Estudo preliminar sobre propriedades tecnológicas de panificação da farinha mista de trigo e amaranto.**  
Col. Ital. Campinas, 17 (1): 49 – 53, jan./jul. 1987.

SHELTO N. D.R.; D'APPOLONIA, B.L. **Carbohydrate functionality in the baking process. Cereal Foods World,** St. Paul, v. 30, nº 7, p.437 – 442, 1985.

SINESIO, F.; MONETA, E. **Sensory evaluation of walnut fruit.** Food Quality and Preference, v. 8, n.1, p. 35 – 43,1997.

TIPPLES, K.H.; PRESTON, K.R.; KILBORN, R.H. **Implication of the term “strength” as related to wheat and flour quality.** Bakers Digest, p. 16 – 20, Dec. 1982.

VIEIRA, A.P.; BARDIALE-FURLONG; OLIVEIRA, M.L.M. **Ocorrência de Micotoxinas e Características Físico-Químicas em Farinhas Comerciais.** Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 19, nº 2, Campinas, mai/ago, p. 221-225, 1999.

WHISTLER, R. L.; DANIEL, J. R. Carboidrato. In: FENNEMA, O. R. **Química dos Alimentos.** Zaragoza: Acribia S.A. cap. 3, p. 87, 1992.