

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOTECNOLOGIA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE INDUSTRIAL DA FARINHA DE TRIGO

Aluna: Andressa Jacqueline de Oliveira
Orientadora: Prof. MSc.Mabel Karina Arantes

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado, como parte das exigências para a
conclusão do Curso De Graduação Em
Tecnologia Em Biotecnologia.

PALOTINA- PR
Agosto de 2013



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE PALOTINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOTECNOLOGIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

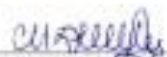
Universidade Federal do Paraná
Setor Palotina
Curso Superior de Tecnologia em Biotecnologia

Trabalho de Conclusão de Curso
Área de Estágio: Indústria Alimentícia
Acadêmico: Andressa Jacqueline de Oliveira
Supervisor do Estágio: Neuzi Moreira Marques Birck
Orientador do Estágio: Mabel Karina Arantes

O presente TCC foi apresentado e aprovado pela seguinte banca examinadora:


MSc. Neuzi Moreira Marques Birck


Prof. Dr. Leandro Pasola Albrecht


Prof. MSc. Mabel Karina Arantes
Orientador

Palotina, PR, 06 de Agosto de 2013.

ANDRESSA JACQUELINE DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE INDUSTRIAL DA FARINHA DE TRIGO

Relatório de Estágio Supervisionado em Tecnologia
em Biotecnologia par a obtenção do título de
graduação em Tecnologia em Biotecnologia

Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina

Orientador: Mabel Karina Arantes

Palotina – Paraná
Agosto – 2013

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. TRIGO E FARINHA DE TRIGO: ASPECTOS GERAIS.....	3
2.2. COMPOSIÇÕES DO TRIGO E DA FARINHA DE TRIGO	5
2.3. PARÂMETROS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO	7
2.3.1. Cor da Farinha	7
2.3.2. Granulometria	8
2.3.3. Teor de Umidade	8
2.3.4. Teor de Cinzas	9
2.3.5. Determinação da atividade enzimática	9
2.3.6. Avaliação do glúten	10
2.3.7. Contaminação Por Micotoxina Deoxinivalenol	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. CARACTERIZAÇÕES DO LOCAL DO ESTÁGIO	13
3.2. ANÁLISES ENVOLVIDAS NO CONTROLE DE QUALIDADE DO TRIGO	13
3.2.1. Granulometria	13
3.2.2. Cor	13
3.2.3. Determinação de Umidade	13
3.2.4. Matéria Mineral (Cinzas)	14
3.2.5. Teor de Glúten	14
3.2.6. Atividade Enzimática	14
3.2.7. Farinografia	14
3.2.8. Alveografia	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. RELAÇÃO COR x TEOR DE CINZAS	15
4.2. ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA ALFA AMILASE	15
4.3. AVALIAÇÃO DO GLÚTEN	16
5. CONCLUSÃO	18
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação do trigo segundo a Instrução Normativa numero 38 de 30 de novembro de 2010 do Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento	4
Tabela 2. Classificação da Farinha de Trigo segundo a Instrução Normativa número 8 de 02 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento	5

1. INTRODUÇÃO

O trigo é cultivado em diferentes estados do Brasil, no entanto, aproximadamente 90% da produção brasileira está concentrada nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul (MIRANDA *et al.*, 2009). Segundo a CONAB (2013) a área de trigo plantada na safra 2013/2014 poderá atingir 2.074,3 mil hectares, essa área é 9,4% maior do que a plantada na safra 2012/2013 (1.895,4 mil hectares). No estado do Paraná a área total plantada de trigo deverá ser de 896,8 mil hectares e no estado do Rio Grande do Sul, a área plantada deverá alcançar 1.010,4 mil hectares; a perspectiva para a produção nacional do trigo na safra de 2013/2014 será de 5.555,8 mil toneladas, um aumento de 26,9% em relação à safra passada.

A história da produção de trigo brasileira demonstra grandes oscilações, a causa dessas variações se deve a dois fatores: elevada variação climática entre os anos, afetando negativamente a produtividade e a qualidade dos grãos; a falta de cultivares de trigo de alta qualidade tecnológica adaptados, ocasionando a perda de competitividade do trigo nacional com relação a trigos importados (MITTELMANN, 1998). A fim de obter produtos com alta qualidade física e nutricional, os mercados consumidores de trigo têm exigido matéria prima com boas características físico-químicas capazes de oferecer tais características. Baseado nisso, a exigência de qualidade tecnológica passou a ser fortemente considerada na compra de trigo dos agricultores. Essas exigências de qualidade também foram determinantes para alguns ajustes nos programas de melhoramento genético de trigo no Brasil, dentre os critérios de seleção tradicionais (aumento de produtividade, resistência a moléstias e elementos tóxicos), a qualidade tecnológica passou a ser considerada para o desenvolvimento de novas constituições genéticas de qualidade superior (MANDARINO, 1993).

O trigo por ser matéria prima, pode ser considerado como responsável pela qualidade de sua farinha. A qualidade de grãos e farinhas de cereais é determinada por uma variedade de características que assumem diferentes significados dependendo da designação de uso ou tipo de produto. Estas características podem ser divididas em físicas, químicas, enzimáticas e reológicas (RASPER, 1991). Segundo GUARIENTI *et al.* 2003, a qualidade industrial do trigo pode ser definida mediante vários testes físico-químicos como peso hectolitro, extração experimental de farinha, número de queda e de testes reológicos como alveografia, farinografia, etc.

O objetivo do presente trabalho é o conhecimento de alguns parâmetros envolvidos na classificação de qualidade do trigo e dos parâmetros utilizados para a segregação das farinhas de trigo, tendo como objetivos específicos:

- Revisão bibliográfica citando alguns fatores pré-colheita envolvidos no condicionamento da qualidade industrial do trigo;
- Descrição, interpretação e fundamentação teórica das técnicas analíticas de controle de qualidade da farinha de trigo: amostragem, análises físico- químicas e enzimáticas;
- Discussão sobre os resultados dos testes acompanhados durante o período de estágio supervisionado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão bibliográfica visa abordar os assuntos relacionados ao objetivo deste trabalho, possibilitando um melhor entendimento a respeito do trigo, componentes e parâmetros de qualidade utilizado para classificar o trigo e a farinha de trigo, e conceitos básicos de sistemas de gestão de qualidade aplicados na agroindústria onde o trabalho foi realizado.

2.1. TRIGO E FARINHA DE TRIGO: ASPECTOS GERAIS

O trigo, pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Pooideae* e ao gênero *Triticum*, é classificado em diferentes espécies, conforme número de cromossomos: *Triticum monococcum* com 14 cromossomos, *Triticum durum* com 28 cromossomos e *Triticum aestivum* com 42 cromossomos (POPPER *et al.*, 2006). Segundo a Instrução Normativa Nº 38, de 30 de Novembro de 2010 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento o trigo pode ser classificado em dois grupos: Grupo 1 destinado ao consumo humano direto e Grupo 2 (destinado a moagem) e em cinco classes conforme os valores dos resultados das análises de : Alveografia onde se verifica a força de glúten expressa em 10⁻⁴joules, Farinografia onde se verifica a estabilidade expressa em minutos e Número de queda, o que pode ser visualizado na Tabela 1.

A farinha de trigo é composta por amido, água, proteínas, polissacarídeos não amiláceos, lipídeos e cinzas. A composição química do grão de trigo afeta suas características funcionais e tecnológicas e, juntamente com as propriedades estruturais e a população microbiana, define a qualidade da farinha de trigo (MOUSIA *et al.*, 2004). Entretanto dentre esses componentes os mais abundantes são as proteínas e o amido, sendo responsáveis pelas características tecnológicas da farinha.

A definição de qualidade envolve muitos aspectos simultaneamente, e sofre alterações conceituais ao longo do tempo (PALADINI 1996). Segundo COSTA (2008) o trigo, sendo matéria prima pode ser considerado responsável pela qualidade da farinha, a qualidade do grão de trigo é o resultado entre interações das condições de cultivo (solo, clima, pragas, manejo, cultivar) e interferências de operações de colheitas, secagem e armazenamento. Se as condições de colheita, secagem e armazenamento forem inadequadas, o trigo pode sofrer

alterações em suas propriedades físicas, químicas e reológicas, reduzindo a funcionalidade da farinha e seu valor comercial.

TABELA 1: Classificação do trigo segundo a Instrução Normativa número 38 de 30 de novembro de 2010 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Classes	Força do Glúten(Valor mínimo expresso em 10⁻⁴ J)	Estabilidade(tempo expresso em minutos)	Número de Queda (Valor em segundos)
Melhorador	300	14	250
Pão	220	10	220
Doméstico	160	6	220
Básico	100	3	200
Outros usos	Qualquer	Qualquer	Qualquer

Fonte: BRASIL 2011.

A definição de qualidade envolve muitos aspectos simultaneamente, e sofre alterações conceituais ao longo do tempo (PALADINI 1996). Segundo COSTA (2008) o trigo, sendo matéria prima pode ser considerado responsável pela qualidade da farinha, a qualidade do grão de trigo é o resultado entre interações das condições de cultivo (solo, clima, pragas, manejo, cultivar) e interferências de operações de colheitas, secagem e armazenamento. Se as condições de colheita, secagem e armazenamento forem inadequadas, o trigo pode sofrer alterações em suas propriedades físicas, químicas e reológicas, reduzindo a funcionalidade da farinha e seu valor comercial.

A Instrução Normativa Nº 8, de 2 de Junho de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento define como farinha de trigo o produto elaborado com grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum* , ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos; a farinha pode ser classificada em três tipos: tipo 1, tipo 2 e integral, conforme demonstrado na Tabela 2.

TABELA 2: Classificação da Farinha de Trigo segundo a Instrução Normativa número 8 de 02 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Tipos	Teor de cinzas (máximo)	Granulometria (% passante em peneira de 250 µm.)	Teor de Proteína (Mínimo)	Acidez Graxa*	Umidade (máximo)
Tipo 1	0,80%	95	7,50%	100	15%
Tipo 2	1,40%	95	8	100	15%
Integral	2,50%	ND	8	100	15%

ND: não determinado; * Acidez Graxa mgKOH/ 100 g de produto.

Fonte: BRASIL 2005.

2.2. COMPOSIÇÃO DO TRIGO E DA FARINHA DE TRIGO

Estruturalmente o trigo apresenta semente única (cariópdside), o gérmen e os tricomas estão localizados em extremidades opostas, possui um sulco em praticamente toda a sua extensão longitudinal do lado oposto ao gérmen, possui de 6 a 8 milímetros de comprimento e 3 a 4 milímetros de largura. O grão de trigo é constituído, basicamente, por pericarpo (7,8 - 8,6%), endosperma (87 - 89%) e gérmen (2,8 - 3,5%) (QUAGLIA, 1991). O pericarpo é a camada mais externa do grão, é rico em fibras e sais minerais. O endosperma pode ser considerado uma matriz proteica, onde estão inseridos muitos grânulos de amido, portanto essa parte é constituinte da farinha de trigo branca. Segundo HADDAD *et al.*, 2001 a constituição estrutural do endosperma pode caracterizar a textura do trigo em duas propriedades: a vitrosidade que é o grau de compacticidade do endosperma, sendo um fator visual determinado por condições como temperatura, disponibilidade de água e nitrogênio durante o crescimento; e a dureza um parâmetro físico que mede o grau de resistência a deformação e é determinado pelo genótipo. O gérmen é a parte embrionária da planta e é o local onde se encontra a maior parte dos lipídeos e dos compostos fundamentais a germinação.

A farinha de trigo é matéria prima para a elaboração de diversos alimentos, o processo de moagem do trigo para a obtenção da farinha é a separação do farelo e do gérmen do endosperma e redução deste a farinha. A presença do sulco no grão de trigo dificulta a extração da farinha com um processo apenas abrasivo, portanto é necessário sucessivas abrasões. O tamanho do grão também interfere no processo de moagem onde os grãos que apresentam tamanho excessivo provocam perdas devido a dificuldades de regulação dos equipamentos de limpeza e moagem já os grãos pequenos

podem passar pelas peneiras de limpeza ocasionando perdas devido à queda na quantidade do trigo moído.

De forma geral, a farinha de trigo é composta, sobretudo de amido (70 - 75%), água (12 - 14%), proteínas (8 - 16%) e outros constituintes menores, como polissacarídeos não amiláceos (2 - 3%), lipídeos (2%) e cinzas (1%). Assim, as quantidades e as diferentes características das composições a partir de diversas cultivares, influenciarão a qualidade da farinha de trigo (MORITA *et al.*, 2002).

Os lipídeos estão presentes em menor quantidade no trigo (1,5 - 2,0 %), estão localizados no gérmen, que no início do processo de moagem é retirado (QUAGLIA, 1991). Geralmente os cereais contém de 1,5 a 2,5% de minerais o mineral que presente em maior concentração (de 16 a 22% do teor total de cinzas) é o fósforo;além disso o trigo também possui um micronutriente essencial a alimentação humana: o selênio, que possui ação antiviral, anticancerígeno e antioxidante (LYONS *et al.* 2005).

Cerca de 72% do peso do grão de trigo é carboidrato sendo que o amido o amido é produzido nos amiloplastos, e é basicamente constituído por dois polímeros: amilose e amilopectina. A amilose está presente em 25 % dos amidos e é responsável pela absorção de água e pela formação de géis; a amilopectina está presente na maioria dos amidos (60 - 90%). Quando um tratamento térmico é dado ao amido, dependendo das condições físicas (temperatura) e do conteúdo de água, as características e as propriedades dos grânulos são afetadas (BOGRACHEVA *et al.*, 2002). O amido possui duas propriedades extremamente importantes: gelatinização e retrogradação. As mudanças que ocorrem nos grânulos de amido durante a gelatinização e a retrogradação, são os principais determinantes do comportamento reológico desses amidos e elas têm sido medidas principalmente pelas mudanças de viscosidade durante aquecimento e resfriamento de dispersões de amido (MESTRES, 1996). O processo de gelatinização ocorre quando o amido é aquecido na presença de umidade o que faz com que os grânulos absorvam água e inchem, rompendo a organização cristalina. A retrogradação é o conjunto de mudanças que ocorrem no amido gelatinizado quando submetido ao resfriamento e a estocagem, onde ocorrem novos arranjos moleculares que favorecem a formação de uma estrutura mais ordenada, desenvolvendo uma nova forma cristalina.

Com relação do conteúdo proteico do trigo, as proteínas estão divididas em proteínas solúveis: albuminas e globulinas; e proteínas de reserva gliadina e glutenina, ou seja, o glúten (SGARBIERI, 1966). A mistura de água com farinha de trigo possui consistência visco elástica, e essa característica é dada pelas propriedades do glúten. O glúten pode, ainda ser definido como a massa que permanece após a lavagem da farinha de trigo para remoção amido e constituintes solúveis em água, ou seja, se refere às proteínas gliadina e glutelina que apresentam propriedades de absorção de água, coesividade, viscosidade e elasticidade (WIESER, 2007).

2.3. PARÂMETROS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO

A qualidade da farinha de trigo depende, principalmente, da qualidade do grão que a originou e das condições de moagem utilizadas (PRABHASANKAR *et al.*, 2000) e a qualidade da farinha para um produto final específico não pode ser descrita por um único parâmetro (GRAS *et al.*, 2000). As indústrias, geralmente, estabelecem padrões de qualidade para as farinhas, que incluem a determinação de umidade, cinzas, proteínas, glúten úmido e seco e as algumas como farinografia e alveografia (MIRALBÉS, 2004).

2.3.1. Cor da Farinha

A farinha de trigo apresenta diferentes tons de branco; segundo SILVA (2003) essa variação depende do conteúdo de pigmentos carotenóides e da atividade enzimática. A cor da farinha de trigo pode ser avaliada pela luminosidade, a qual determina a extensão da oxidação dos pigmentos carotenóides pelo complexo que promove o branqueamento (enzima lipoxigenase), ou a partículas de farelo, indicando o desempenho da moagem (POMERANZ, 1998). A determinação da cor através da luminosidade é baseada na medida de luz visível dentro da extensão do espectro visível , indicando uma tendência para o branco proporcional a luz que é refletida (YASUNAGA & UEMARA, 1962).

A cor da farinha de trigo é afetada por muitas variáveis. As mais importantes são: genótipo de trigo, processo de moagem (grau de extração, condicionamento do trigo antes da moagem, tamanho de partículas e teor de cinzas), estocagem da farinha e o efeito dos tratamentos de branqueamento. As condições climáticas no ano da colheita e o local do plantio também podem afetar a cor da farinha. Segundo ORTOLAN (2006), genótipo exerce forte influencia nas concentrações de minerais, pigmentos e atividade enzimática dos grãos, o que resulta em mudanças, especialmente na cor dos produtos fabricados a partir deste cereal.

2.3.2. Granulometria

Para farinha de trigo a granulometria é uma das propriedades físicas mais importantes, influenciando o processo tecnológico e a característica final do produto. Diferentes perfis granulométricos estão relacionados principalmente com o comportamento dos genótipos, durante o processo de moagem, já que diferentes genótipos submetidos às mesmas condições de moagem apresentam diferenças na distribuição e no tamanho das partículas implicando, assim, em variações características (MOUSIA *et al.*, 2004).

A granulometria da farinha de trigo, segundo SILVA *et al.*, (2009) é um aspecto importante na formulação de massas alimentícias e para a panificação, a distribuição adequada de partículas resulta na uniformidade do produto final. A absorção de água é altamente influenciada pela granulometria, influenciando diretamente nas características sensoriais de aparência, sabor, textura e tempo de cozimentos das massas alimentícias (BORGES, 2003). A granulometria fina para uma farinha nem sempre é sinônimo de qualidade e altos percentuais de partículas finas podem resultar em uma estrutura interna de produtos panificáveis com alta umidade e gomosidade. O tamanho da partícula e a concentração da pasta são fatores que influenciam de maneira significativa a viscosidade, densidade e textura dos produtos.

2.3.3. Teor de Umidade

Segundo GERMANI, (2008), o teor de umidade é um fator que afeta bastante as características do grão e da farinha, interferindo de maneira direta na qualidade. O teor de umidade define o momento propício da colheita, o tempo e a temperatura adequados para se promover a secagem e o condicionamento do grão de trigo para sua transformação industrial (moagem)(MIRANDA *et al.*, 2010) Assim, os limites de umidade se caracterizam como aspectos imprescindíveis para conservação do grão e da farinha e para a respectiva comercialização (MIRANDA *et al.*, 2008). De acordo com a Instrução Normativa número 8 de 02 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento o teor de umidade máximo é de 15% para a farinha de trigo. A determinação de matéria seca (MS) é o ponto de partida da análise dos alimentos(SILVA *et al.*, 2009). A água disponível é,

provavelmente, o fator mais relevante a afetar a germinação, o crescimento da planta e o desenvolvimento de fungos em substratos ricos em nutrientes. Na bibliografia consultada, não foram levantados aspectos genéticos ou pré-colheita que interfiram diretamente na umidade da farinha, no entanto o aumento de umidade tanto no armazenamento quanto na pré-colheita podem levar a germinação ou ao aumento de micotoxinas.

2.3.4. Teor de Cinzas

O teor de cinzas representa o teor de minerais da farinha de trigo e é expresso em porcentagem. Segundo POSNER (2000), o teor de cinzas serve como um indicador do grau de separação do endosperma e do farelo durante o processo de moagem uma vez que aleurona e o farelo possuem maiores teores de minerais do que o endosperma. Geralmente os minerais encontrados nas farinhas são: ferro, sódio, potássio, magnésio, e fósforo. As farinhas com maior grau de extração apresentam maior teor de cinzas, fibras e cor mais escura, sendo que o consumidor as classifica como produto de qualidade tecnológica inferior às farinhas mais claras (COULTATE, 2004). O conteúdo de minerais ou cinzas nos grãos de trigo oscila de acordo com a variedade, condições de plantio e aplicação de fertilizantes no solo, no caso do trigo (ORTOLAN, 2006).

2.3.5. Determinação da atividade enzimática

O número de queda (Falling Number) ou de Hagberg caracteriza as farinhas de trigo quanto à atividade das enzimas alfa amilases, prevendo seu comportamento durante a etapa de fermentação da massa no processo de panificação e por meio desse índice pode-se estimar a capacidade de fermentação que a massa de uma determinada farinha possui. De acordo com MANDARINO (1993), trigos com hiperatividade amilásica contêm, na amostra, grãos germinados dificultando o processo de panificação, e aqueles com baixa atividade amilásica possuem muito pouco ou nenhum grão germinado na amostra, melhorando o processo de panificação. A verificação da atividade alfa-amilásica em grãos ou em farinhas, possui os seguintes objetivos: detectar danos causados por pré-germinação, otimizar os níveis de atividade enzimática e garantir a sanidade do grão (LÉON, 2007). A ocorrência de chuvas por ocasião da colheita pode levar uma cultivar de trigo a iniciar o processo germinativo, que

traz como consequência a deteriorização do grão em níveis que podem comprometer sua utilização industrial (MOSS *et al.*, 1972). A germinação pré-colheita do trigo é induzida quando os grãos absorvem água logo depois de completada a maturação e, com isso, ocorre a ativação da enzima α -amilase, sintetizada na camada de aleurona do endosperma, que é responsável pela redução da qualidade da farinha (NODA ,1994).

2.3.6. Avaliação do glúten

A qualidade tecnológica da farinha depende principalmente, das proteínas que estão intimamente ligadas ao patrimônio genético de uma variedade especialmente as proteínas formadoras do glúten: gliadinas e gluteninas, as quais sofrem alterações por fatores ambientais (KHATKAR *et al.*, 2002). A composição proteica dos grãos de trigo assume extrema importância, uma vez que 80% deste teor refere-se ao glúten, principal determinante da qualidade dos produtos de panificação e de pastificação (RODRIGUES & TEIXEIRA 2010). Para a avaliação da qualidade do trigo são verificados os potenciais quantitativos e qualitativos do glúten. Segundo TIPPLES *et al.*, (1982), o glúten é responsável pela absorção de água e pela retenção de gás carbônico, conferindo a farinha propriedades que tornarão o produto final de bom volume, textura interna sedosa e granulometria aberta. As propriedades funcionais da farinha de trigo também são determinadas por essas proteínas formadoras de glúten já que a gliadina quando hidratada é viscosa, apresentando pouca resistência a extensão, sendo responsável pela coesividade da massa, a glutenina possui várias cadeias ligadas entre si, fornecendo à massa propriedade de resistência a extensão. Farinhas que apresentam glúten elástico são ideais para a produção de massas alimentícias e pães, enquanto as que possuem glúten extensível são ideais para produção de biscoitos e bolos.

As análises reológicas fornecem resultados qualitativos sobre o glúten e avaliam as propriedades de mistura da massa (farinografia), a força do glúten, extensibilidade e elasticidade da massa(alveografia). A Farinografia avalia a capacidade de absorção de água da farinha e o comportamento desta durante a etapa de mistura, registrando a resistência da massa durante seus sucessivos estágios de desenvolvimento. Os tipos de farinograma obtidos em análises de trigo variam de acordo com a cultivar, com o efeito das condições ambientais, com o teor de proteína e com o tipo de farinha analisada (HOLAS & TIPPLES 1978).

A alveografia simula o comportamento da massa durante a fermentação e avalia as características viscoelásticas da farinha de trigo. Segundo SILVA (2003), os principais parâmetros avaliados neste teste são tenacidade, que é a resistência que a massa oferece até o estiramento e extensibilidade que é capacidade de estiramento da massa sem que ela se rompa, configuração de equilíbrio da curva e o trabalho de deformação ou força de glúten. Segundo MODENES *et al.* (2009), a energia de deformação da massa ou força de glúten (W) representa o trabalho de deformação da massa e indica a qualidade panificativa da farinha, este teste corresponde ao trabalho mecânico necessário para expandir a bolha até a ruptura, expressa em 10^{-4} J.

RODRIGUES (2003) obteve resultados que mostraram que aplicações de até 90 quilogramas por hectare de nitrogênio em cobertura as cultivares BR 23, BRS120 e BRS 49 produziram um aumento de cerca de 30% no rendimento de grãos, 8% no teor de proteínas e 16% na força de glúten com exceção da ultima cultivar no ultimo parâmetro. Para a obtenção de qualidade e rendimento em trigo é importante haver um balanço entre nitrogênio e enxofre pois disponibilidade de enxofre no solo melhora a eficiência do uso de nitrogênio, uma vez que para cada 14 partes de nitrogênio empregadas na formação de aminoácidos, é necessária uma parte de enxofre (NGUYEN & GOH, 1992).

2.3.7. Contaminação Por Micotoxina Deoxinivalenol

Os maiores danos ocasionados pelo desenvolvimento fúngico em grãos e sementes armazenados são a perda do poder germinativo, perda de matéria seca, alteração do valor nutricional e contaminação por micotoxinas (LAZZARI, 1993). No armazenamento, os fatores causadores de produção de micotoxinas, que são os mesmos que predisõem o desenvolvimento de fungos, incluem alto teor de umidade dos grãos, alta temperatura, longo período de armazenamento associado a alta temperatura e umidade, grãos danificados, altos níveis de dióxido de carbono e de oxigênio, alta quantidade de esporos e presença de vetores como insetos e ácaros (BIRCK, 2005).

A fusariose, também conhecida como giberela (“*Fusarium head blight* ou *Scab*”) é uma doença que ocorre frequentemente em trigo, devido às condições climáticas, às práticas culturais e à susceptibilidade dos cultivares (CALORI-DOMINGUES *et al.*, 2007). Essa doença é causada por fungos do gênero *Fusarium* sendo que a espécie *Fusarium graminearum*

produz as toxinas tricotecenos (deoxinivalenol - DON, nivalenol e toxina T-2) e zearalenona (ZEA), que devido à sua ampla e frequente ocorrência, são as mais importantes(TIBOLA *et al.*, 2009). A micotoxina DON é provavelmente a mais extensamente distribuída nos alimentos e rações (MILLER, 1995) e sabe-se que quando há elevada contaminação dos alimentos, as micotoxinas podem causar intoxicação aguda; por outro lado, mesmo em quantidades muito baixas pode haver ação cumulativa, resultando em imunossupressão e imunotóxicidade (DESJARDINS *et al.*, 2000). O deoxinivalenol também inibe a síntese de DNA, RNA e de proteínas e pode causar nos mamíferos síndromes hemáticas e anoréxicas, bem como efeitos neurotóxicos e imunotóxicos (VISCONTI *et al.*, 2004). Segundo a Resolução – RDC N° 7, De 18 de Fevereiro de 2011da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que dispõe sobre os limites máximos de micotoxinas tolerados em alimentos, regulamenta que desde 2011 alimentos a base de cereais para alimentação infantil (lactentes e crianças de primeira infância) devem possuir o limite máximo de 200 microgramas de DON por quilograma de produto, e desde de janeiro de 2012 para trigo integral, trigo para quibe, farinha de trigo integral e farelo de trigo devem possuir o limite máximo de 2000 microgramas de DON por quilograma de produto e para farinha de trigo, massas, crackers, biscoitos de água e sal, e produtos de panificação o limite máximo é de 1750 microgramas por quilograma do produto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÕES DO LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio supervisionado foi realizado no laboratório do controle de qualidade da empresa Cotriguaçu Cooperativa Central, unidade Moinho de trigo. Esse laboratório é credenciado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para a realização de análises de Classificação de Produtos de Origem Vegetal (trigo) e para a prestação de serviços de controle de qualidade de produtos próprios e de terceiros. Dentre as análises realizadas no laboratório foram acompanhadas as análises de granulometria, cor, determinação de umidade, matéria mineral (cinzas), teor de glúten, atividade enzimática, farinografia e alveografia.

3.2. ANÁLISES ENVOLVIDAS NO CONTROLE DE QUALIDADE DO TRIGO

3.2.1. Granulometria

A granulometria da farinha de trigo foi determinada segundo metodologia da 66-20 AACC (2000) em um peneirador do tipo Plansichter Marca Max Egger type: LSNR 960726 , com um conjunto de peneiras de 250, 212,180, 160, 140, 125, 112 micrometros.

3.2.2. Cor

Para a avaliação da cor, foi utilizado um colorímetro Konica Minolta Modelo CR 310 Japan 79981014 segundo metodologia 14-22 AACC (2000).

4.2.3. Determinação de Umidade

Para a determinação de umidade, foram utilizados o método direto de secagem em estufa conforme metodologia 44-15A AACC (2000), e dois métodos calibrados pelo método

direto de secagem em estufa: determinador de umidade marca Kett modelo PB 3004, e a utilização do determinador de umidade marca Marte modelo 1050.

3.2.4. Matéria Mineral (Cinzas)

O teor de cinzas foi determina conforme método 08-01 AACC (2000) por meio da calcinação da amostra em forno tipo mufla.

3.2.5. Teor de Glúten

Para a determinação do teor de glúten foi utilizado o Glutomatic 2000 da marca Perten segundo metodologia 38-10 e 38-12A AACC (2000) sendo os resultados expressos em porcentagem

3.2.6. Atividade Enzimática

Para a determinação da atividade enzimática da alfa amilase foi utilizado o equipamento Falling Number 1700 segundo metodologia 56-81B AACC (2000).

3.2.7. Farinografia

Para o ensaio de farinografia foi utilizado o equipamento Farinógrafo da marca Brabender modelo Farinograph –E- type 810112- NR 06021 segundo metologia 54-21 AACC (2000).

3.2.8. Alveografia

O ensaio de alveografia foi realizado em um Alveoconsistografo da marca CHOPIN segundo metodologia 54-30A AACC (2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os ensaios de granulometria, teor umidade e teor cinzas foi verificado que todas as farinhas atenderam a Instrução Normativa número 8 de 02 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

4.1. RELAÇÃO COR x TEOR DE CINZAS

O processo de moagem se inicia com a quebra do grão e sucessivas abrasões que originam duas farinhas distintas: tipo 1 e tipo 2. Segundo a Instrução Normativa número 8 de 02 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, as farinhas Tipo 1 apresentam teores de cinzas de até 0,80 % e para Tipo 2 de 1,40% . Nos resultados obtidos nesse trabalho, pôde-se observar que farinhas do tipo 2 apresentaram a cor mais escura que farinhas do tipo 1. O método de análise utilizado, colorímetro Konica Minolta Modelo CR 310 Japan 79981014 sendo os resultados expressos sistema CEILAB, um sistema tridimensional, capaz de representar, de maneira uniforme, o espectro visível pelo olho humano. O colorímetro emite três flashes de luz, que são refletidos pela amostra, os valores são expressos no visor em “L” “a” e “b” que representam:

- L luminosidade: variando de zero(preto) á 100 (branco)
- Coordenada de cromaticidade “a”: onde valores de “a” positivos possuem tendência para tonalidade vermelha e valores negativos tendência de tonalidade verde.
- Coordenada de cromaticidade “b”: onde valores positivos de “b” possuem tendência para tonalidade amarela e valores negativos tendência de tonalidade azul.

Observou-se que farinhas do Tipo 1, que possuem menores teores de cinzas apresentaram valores de “L” que variam de 91 à 94 e farinhas do Tipo 2 apresentaram valores de 87 a 90, ou seja apresentaram uma coloração mais escura devido a presença de maior teor de farelo incorporado a farinha.

4.2. ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA ALFA AMILASE

O teste realizado no equipamento chamado Falling Number fundamenta-se na rápida gelatinização do amido presente em uma determinada amostra de farinha sobre condições de

hidratação e de elevada temperatura e subsequente liquefação desse gel pela ação da enzima alfa-amilase. O resultado é dado em segundos e representa o tempo total da imersão dos tubos no banho Maria do equipamento até a descida do agitador viscosímetro a uma altura pré-fixada. Esse tempo é proporcional a viscosidade do gel e inversamente proporcional a atividade enzimática. Quando a farinha de trigo apresenta valores de atividade inferiores a 200 segundos indica que a massa do produto fermentado irá apresentar consistência pesada, volume baixo e miolo com aspecto úmido e pegajoso, valores de atividade de 200 à 300 segundos pode ser considerados valores ideais para a produção de produtos fermentados pois a massa apresentará as características ideais, quando os valores superam os 300 segundos pode-se pré-dizer que o miolo desses produtos apresentarão pouco volume e textura seca.

4.3. AVALIAÇÃO DO GLÚTEN

A determinação do teor de glúten é uma análise quantitativa que se baseia na lavagem mecânica do glúten já que os demais componentes da farinha de trigo são solúveis em solução de cloreto de sódio a 2%. As análises qualitativas do glúten acompanhadas durante o estágio foram as análises de Alveografia e de Farinografia.

A alveografia mede e registra a força necessária para inflar e causar a ruptura de uma bolha de massa. Esse teste simula o comportamento da massa durante a fermentação. Os resultados da alveografia são expressos em:

- P (tenacidade): relacionado a resistência da massa a deformação, a pressão máxima necessária para a expansão da massa, esta relacionada com a capacidade de absorção de água da farinha;

- L (extensibilidade): é relativo a extensibilidade da massa, o quanto a massa é capaz de se estender sem se romper.

- P/L: é a relação de extensibilidade e tenacidade.

- W :força de glúten (expressa em 10^{-4} J): representa o trabalho de deformação da massa e indica a qualidade panificativa da farinha .

- IE: refere-se a recuperação da forma inicial após deformação.

O ensaio de farinografia mede e registra a resistência oferecida ao longo do tempo da massa ao ser misturada a uma temperatura e velocidade constante. Os parâmetros avaliados neste ensaio estão relacionados à quantidade de água e ao tempo necessário para a massa

atingir uma consistência ideal e a resistência desta ao excesso de mistura. Por meio desse processo de mistura a massa é formada, desenvolvida atingindo uma consistência máxima, e é misturada além do ponto ótimo; no início do processo a resistência a mistura é crescente, atinge um máximo e passa a ser decrescente. O pico do centro da banda deve estar entre os valores de 480 e 520 unidades farinográficas, raramente este resultado é obtido no primeiro ensaio, necessitando ser repetido ajustando o valor de absorção, valores menores que 480 indicam a necessidade aumentar a absorção, valores superiores que 520 indicam a necessidade de diminuir a absorção. Dentre os parâmetros avaliados neste ensaio, os de maior importância são:

- Absorção de água: quantidade de água necessária para a obtenção de uma consistência ideal.

- Estabilidade: a tolerância da massa á mistura, relacionada com a força da massa;

Segundo os valores de estabilidade e força de glúten previstos na classificação do trigo segundo a Instrução Normativa número 38 de 30 de novembro de 2010 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento os trigos classificados como Básico, apresentando valores mínimos de força de glúten de 100×10^{-4} J e valores de estabilidade de 3 minutos, por serem classificados como mais fracos podem ser segregados para a produção de farinhas destinadas para a Fabricação de biscoitos; os trigos classificados como Domesticos apresentando valores mínimos de força de glúten de 160×10^{-4} J e estabilidade de no mínimo 6 minutos podem ser segregados para a produção de farinhas para uso domestico; os trigos classificados como Pão apresentando valores mínimos de força de glúten de 220×10^{-4} J e estabilidade de no mínimo 10 minutos podem ser segregados para a produção de farinhas destinadas para a fabricação de Pães; os trigos classificados como melhoradores valores com mínimos de força de glúten de 300×10^{-4} J e estabilidade de no mínimo 14 minutos de estabilidades podem ser segregados para a produção de farinhas destinadas a massas alimentícias ou ainda ser utilizado como melhorador como mesclas com outros trigos com valores de estabilidade e força de glúten inferiores.

5. CONCLUSÃO

A qualidade da farinha de trigo é condicionada pelo trigo; portanto para a indústria moageira é de relevante importância que o trigo chegue à agroindústria com as melhores qualidades possíveis. É necessário conhecer os fundamentos teóricos das técnicas realizadas no laboratório bem como saber interpretar as análises e conhecer a matéria prima desde a sua origem, considerando quais os fatores que podem interferir na qualidade industrial do trigo de acordo com as intenções de uso do produto. A atividade do controle de qualidade é multidisciplinar, o profissional dessa área deve conhecer os procedimentos envolvidos desde a recepção da matéria prima até a expedição do produto final.

O profissional da Biotecnologia por possuir formação multidisciplinar, é capaz de correlacionar quais os fatores pré- colheita que podem interferir na qualidade dos produtos de uma maneira geral, no caso do trigo, conhecendo a origem da matéria prima e qual será sua segregação. O Biotecnólogo pode atuar em diversas áreas, como por exemplo: no melhoramento genético do trigo , tanto nas características de resistência às adversidades climáticas como nas características que determinam a qualidade industrial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods. 10. ed. Saint Paul, 2000. 1 CD-ROM.
- BIRCK, N. M. M. Contaminação fúngica, micotoxinas e sua relação com a infestação de insetos em trigo armazenado. 2005. 146 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Disponível em <<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf>> consultado em julho de 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 105, p. 91, 3 jun. 2005.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária RESOLUÇÃO - Rdc Nº 7, De 18 De Fevereiro De 2011. Dispõe sobre os limites máximos para micotoxinas em alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 46, p. 66, 9 mar. 2011.
- BOGRACHEVA, T. Y.; WANG, Y. L.; WANG, T. L.; HEDLEY, C. L. Structural studies of starches with different water contents. Biopolymers. v.64, n. 5, p.268-281, 2002.
- BORGES, J. T. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*), polido por extrusão termoplástica. Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos, v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.
- CALORI-DOMINGUES, M. A.; ALMEIDA, R. R.; TOMIWAKA, M. M.; GALLO, C. R.; GLORIA, E. M.; DIAS, C. T. S.; Ocorrência de desoxinivalenol em trigo nacional e importado utilizado no Brasil. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(1): 181-185, jan.-mar. 2007.
- COULTATE, T. P. Alimentos: a Química de seus Componentes. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 368 p. 2004.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2013/2014 – Nono Levantamento – Junho de 2013. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_06_09_09_27_boletim_graos_-_junho_2013.pdf> acesso em julho de 2013.

- COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C.; qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(1): 220-225, jan.-mar. 2008.

- DESJARDINS, Anne E. et al. Occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in nepalese maize and wheat and the effect of traditional processing methods on mycotoxin levels. *Journal Agricultural And Food Chemistry*, [S. l.], n. 48, p.1377- 1383, 2000.

- GERMANI, R. Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliações de suas qualidades. Rio de Janeiro: EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, 103 p.2008.

- GRAS, P.W.; CARPENTER, H.C.; ANDERSSEN, R.S. Modelling the developmental rheology of wheat-flour dough using extension tests. *Journal of Cereal Science*, v.31, p. 1-13. 2000.

- GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DEL DUCA, L. J. A. CAMARGO, C. M. O.; Avaliação Do Efeito De Variáveis Meteorológicas Na Qualidade Industrial E No Rendimento De Grãos De Trigo Pelo Emprego De Análise de Componentes Principais. v. 23,n.3, p. 500-510, set.dez. 2003.

- GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; CEZARE, K.; COLLA, L. M.; Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 14, n. 4, p. 275-282, out./dez. 2011.

- HADDAD, Y.; BENET, J. C.; DELENNE, J. Y.; MERMET, A.; ABECASSIS, J. Rheological Behaviour of Wheat Endosperm—Proposal for Classification Based on the Rheological Characteristics of Endosperm Test Samples. *Journal of Cereal Science*. v.34, n.1, p.105-113, 2001.

- HOLAS, J.; TIPPLES, K. H. factors affectinh farinograph and baking absorbtion. I. quality characteristics of flour streams. *Cereal Chemistry*, v. 55, n.5, p. 637-652, sep/oct. 1978.

- KHATKAR, B.S.; FIDO, R.J.; TATHAM, A.S.; SCHOFIELD, J.D. Functional properties of wheat gliadins. II. Effects on dynamic rheological properties of wheat gluten. *Journal of Cereal Science*, v. 35, p.307-313. 2002.

- LAZZARI, F. A. Contaminação fúngica de sementes, grãos e rações. In: simpósio de proteção de grãos armazenados, 1993, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p. 59-69. 1993.

- LÉON, A. E. De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica. Córdoba: Hugo Báez, p. 480,2007.
- LYONS, G.; ORTIZ-MONASTERIO, I.; STANGOULIS, J.; GRAHAM, R. Selenium concentration in wheat grain: is there sufficient genotypic variation to use in breeding? *Plant and Soil*. v.269, p.369-380, 2005.
- MANDARINO, J.M.G. Aspectos importantes para a qualidade do trigo. Londrina: EMBRAPA/CNPSO, 1993. 32p. (EMBRAPA/ CNPSO. Documentos, 60)
- MESTRES, C. Los estados físicos del almidón. In: Conferencia Internacional de Almidón. Quito, 1996.
- MIRALBÉS, C. Quality control in the milling industry using near infrared transmittance spectroscopy. *Food Chemistry*, v.88, p.621-628, 2004.
- MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I.; Qualidade comercial do trigo brasileiro Safra 2006. Documentos online, Dezembro 2009; disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112.htm> acesso em abril de 2013;
- MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I.; Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2005. Embrapa, documentos online, ISSN 1518-5582, junho 2008.
- MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I.; Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2007. Embrapa, documentos online, ISSN 1518-6512, dezembro DE 2010.
- MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. *Journal of Stored Products Research*, v. 31, n. 1, p. 1-16, 1995.
- MITTELMANN, A. et al. Herança de caracteres do trigo relacionados à qualidade de panificação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.5, p.975-983, 2000.
- MÓDENES, A. N.; SILVA, A. M.; TRIGUEROS, D. E. G.; Avaliação das propriedades reológicas do trigo armazenado. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 29(3): 508-508 512, jul.-set. 2009.
- MORITA, N.; MAEDA, T.; MIYAZAKI, M; YAMAMORI, M.; MJURA, H.; OHTSUKA, I. Dough and baking properties of highamylose and waxy wheat flours. *Cereal Chemistry*. v.79, p.491-495, 2002.
- MOSS, H. J.; DERERA, N. F.; BALAAM, L. N. effect of pre-harvest rain on germination in the ear and alpha amylase activity of Australian wheat. *Australian journal of agriculture research*, v. 23, n.5, p. 769-777, 1972.
- MOUSIA, Z.; EDHERLY, S.; PANDIELLA, S. S.; WEBB, C. Effect of wheat pearling on flour quality. *Food Research International*. v.37, p.449- 459, 2004.

- NGUYEN, M.L.; GOH, K.M. Nutrient cycling and losses based on a mass-balance model in grazed pastures receiving longterm superphosphate applications in New Zealand. 2. Sulphur. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v.119, p.107- 122, 1992.
- NODA, K. et al. Response of wheat grain to ABA and imbibitions at low temperature. *Plant Breeding, Berlin*, v.113, n.1, p.53- 57, 1994.
- ORTOLAN, F.; Genótipos De Trigo Do Paraná – Safra 2004: Caracterização E Fatores Relacionados À Alteração De Cor De Farinha. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- PALADINI, E.P.: Gestão da qualidade: a nova dimensão da gerência de produção. Trabalho apresentado à UFSC como parte dos requisitos de concurso de professor titular na área de gerência de produção. 1996.
- POMERANZ, Y. *Wheat: Chemistry and Technology*. 3. ed. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1988. p. 407-456.
- POPPER, L; SCHÄFER, W. & FREUND, W. *Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement*. Kansas City: Agrimedia, 2006. 325p.
- POSNER, E.S. *Wheat*. In: KULP, K; PONTE, J.G. (2ed). *Handbook of cereal science and technology*. New York: Marcel Dekker, 2000. p.1-29.
- PRABHASANKAR, P.; SUDHA, M.L.; RAO, P. Quality characteristics of wheat flour milled streams. *Food Research International*, v.33, p.381-386, 2000.
- QUAGLIA, G. *Ciencia y tecnologia de La panificación*. Zaragoza: Acribia, 1991. 485p.
- RASPER, V.F. Quality evaluation of cereal and cereal products. In: LORENZ, K.J, KULP,K. (ed.). *Handbook of cereal science and technology*. New York : Marcel Dekker, p.595-638.1991.
- RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; bases ecofisiologicas para manutenção da qualidade do trigo. 1º edição, Embrapa trigo, 2010;
- RODRIGUES, O. ecofisiologia para manutenção da qualidade do trigo. Passo fundo: Embrapa trigo, Não paginado. 2003.
- SGARBIERI, V. C. *Proteínas em alimentos proteicos*. São Paulo: Varela, 517p.1996.
- SILVA, D. J., QUEIROZ,A. C.; análise de alimentos, métodos químicos e biológicos, 3º edição, editora UFV, 2009.
- SILVA, R. C. Qualidade tecnológica e estabilidade oxidativa de farinha de trigo e fubá irradiados. 2003. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003

- SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; MODESTA, R. C. D.; Aceitabilidade De Biscoitos E Bolos À Base De Arroz Com Café Extrusados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 29(4): 815-819, out.-dez. 2009.
- TIBOLA, C. S.; LORINI, I.; MIRANDA, M. Z.; Boas Práticas e Sistema APPCC na Pós-Colheita de Trigo. *Documentos online* 105, ISSN 1518-6512 Novembro, 2009.
- TIPPLES, K. H.; PRESTON, K. R.; KILBORN, R.H. implications of the term “strenght” as relates to wheat and flour quality. *Baker’s digest*, Beloid, p. 16-20, 1982;
- VISCONTI, A. et al. Reduction of deoxynivalenol during durum wheat processing and spaghetti cooking. *Toxicology Letters*, [S. l.], v. 153, p.181-189, 2004.
- WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, Garching, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.
- YASUNAGA, T.; UEMARA, M. Evaluation of color characteristics of flours obtained from various types and varieties of wheat. *Cereal Chemistry*, v.39, p.171-182, 1962.