

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR 99003 - ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO SUPERVISIONADO**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR

**Vilmara Maria da Silva
Número da matrícula: 00134362**

***“ANÁLISES LABORATORIAIS PARA O
CONTROLE DE QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO”***

PORTO ALEGRE, setembro de 2015.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR 99003 - ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO SUPERVISIONADO**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR

**Vilmara Maria da Silva
Número da matrícula: 00134362**

***“ANÁLISES LABORATORIAIS PARA O
CONTROLE DE QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO”***

Supervisora de campo do Estágio: Luciana Mayer - Bióloga

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr. Rafael Gomes Dionello

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Profª. Renata Pereira da Cruz – Departamento de Plantas de Lavoura (Coordenadora)

Profª. Beatriz Maria Fedrizzi – Departamento de Horticultura e Silvicultura

Prof. Carlos Trein – Departamento de Solos

Prof. Fábio Kessler Dal Soglio – Departamento de Fitossanidade

Profª. Lucia Brandão Franke – Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Profª. Mari Lourdes Bernardi - Departamento de Zootecnia

PORTO ALEGRE, setembro de 2015.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido Gean, pelo constante apoio, pela enorme confiança, amizade, pela força nos momentos difíceis, por todo o amor e dedicação.

À Nicole, minha filha, minha amiga, que sempre foi compreensiva com a rotina de uma mãe que estuda e trabalha.

Ao meu orientador acadêmico, Prof. Dr. Rafael Gomes Dionello por me auxiliar na tarefa de realizar este relatório.

À Luciana Mayer, que tão bem me recebeu, abrindo as portas da empresa para que este trabalho fosse realizado.

À equipe de controle de qualidade, Vanessa, Maiara, Luiz, que, pacientemente, me ensinaram todas as análises e como funciona o trabalho de uma equipe.

Por fim, a todas as pessoas que acreditaram em mim e me apoiaram de alguma forma.

RESUMO

O estágio foi realizado na empresa Moinhos Cruzeiro do Sul S/A, em Canoas/RS. O trabalho desenvolvido objetivou avaliar a qualidade tecnológica de grãos de trigo utilizados como matéria prima, bem como de amostras de farinha produzidas a partir destes grãos. As principais análises realizadas no trigo foram a determinação do peso hectolitro, umidade e impurezas. Posteriormente, nas amostras de farinha, foram realizadas análises quanto ao teor de umidade, cinzas, cor, glúten úmido, número de queda, farinografia e alveografia. A qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo ou de misturas de farinhas varia em função do tipo de produto que será elaborado a partir dos mesmos. As análises executadas no laboratório visam o controle de qualidade do grão e da farinha de trigo, que devem apresentar-se dentro dos padrões estabelecidos.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de pontos a serem amostrados para cada lote	12
Tabela 2. Classificação dos grãos de trigo do grupo II, destinados a moagem e a outras finalidades, em tipos.	13
Tabela 3. Especificação de farinha de acordo com a categoria de produtos para qual será utilizada.	27
Tabela 4. Classificação da qualidade da farinha segundo a interpretação de tempo de desenvolvimento da massa, a estabilidade e o índice de tolerância, obtidos pela farinografia.	27
Tabela 5. Especificação de farinha de acordo com a categoria de produtos para qual será utilizada. Análise farinográfica.	28
Tabela 6. Especificação de farinha de acordo com a categoria de produtos para qual será utilizada. Análise alveográfica.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da destinação da farinha de trigo no Brasil	11
Figura 2. Estrutura do grão de trigo.....	11
Figura 3. Equipamentos para teste de PH e umidade em grão de trigo.....	17
Figura 4. Medidor de umidade por infravermelho	18
Figura 5. Mufla (esquerda); Dessecador (direita).....	19
Figura 6. Aparelho Colorímetro Minolta.....	19
Figura 7. Aparelho Glutomatic.....	20
Figura 8. Aparelho falling number	21
Figura 9. Influência da enzima alfa amilase na qualidade do pão.....	21
Figura 10. Farinógrafo Brabender	22
Figura 11. Exemplo de farinografia.....	23
Figura 12. Alveógrafo Chopin.....	24
Figura 13. Estufa de descanso 25° C	24
Figura 14. Exemplo de Alveograma. Abreviações: tenacidade (P), Extensibilidade (G ou L) e trabalho ou energia de deformação (W).	25
Figura 15. Alveogramas típicos.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO	8
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
3.1. O Trigo	9
3.2. Importância socioeconômica	10
3.3. Classificação do trigo	11
3.4. Processo industrial de moagem do trigo.....	11
3.5. Análises de controle de qualidade da farinha de trigo.....	14
4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	16
4.1. Avaliação da qualidade tecnológica de amostras de grãos de trigo	16
4.1.1. Peso hectolitro	16
4.1.2. Umidade	17
4.1.3. Impurezas	17
4.2 Análises físico-químicas da farinha de trigo	18
4.2.1 Teor de umidade	18
4.2.2. Cinzas	18
4.2.3. Cor	19
4.2.4. Glúten úmido	19
4.2.5. Número de queda.....	20
4.3. Análises reológicas da farinha de trigo.....	22
4.3.1. Farinografia	22
4.3.2. Alveografia.....	23
5. DISCUSSÃO.....	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

O trigo é uma gramínea do gênero *Triticum* e está entre as plantas mais cultivadas no mundo. Existem cerca de 30 tipos de trigo, geneticamente diferenciados, dos quais metade é cultivada (ABITRIGO, 2015).

Três espécies representam mais de 90% do trigo cultivado no mundo. Entre elas o *Triticum aestivum*, chamado de trigo comum, que é o mais cultivado no planeta, sendo mais utilizado na fabricação de pães. O *Triticum compactum* é mais utilizado para a fabricação de biscoitos e bolos, mais macios e menos crocantes e o *Triticum durum*, mais indicado para massas (macarrão), pois essa espécie forma um glúten mais resistente, permitindo uma textura firme após o cozimento. O grão duro (*Triticum durum*) não é cultivado no Brasil (ABITRIGO, 2015).

A principal forma de consumo do trigo é através da utilização da farinha, obtida da moagem do grão. A farinha é utilizada na preparação de massas, pães, bolos e biscoitos. A produção, dependendo da finalidade a qual é destinada, envolve a utilização de técnicas e conhecimentos desenvolvidos ao longo de milhares de anos, que envolvem desde a determinação da mescla ou *blend* de trigos utilizados, até a garantia do cumprimento de especificações físico-químicas, tanto do produto final, quanto de seus derivados.

Para a manutenção dos padrões de qualidade da farinha dentro de um moinho, se faz necessário o acompanhamento, através de análises em laboratório, tanto da matéria-prima (trigo), quanto da farinha, durante os diferentes estágios de produção.

O estágio curricular obrigatório foi desenvolvido na empresa Moinhos Cruzeiro do Sul, em Canoas, Rio Grande do Sul, sob a supervisão da Bióloga Luciana Mayer, que ocupa o cargo de Supervisora Corporativa da Qualidade na organização e a orientação acadêmica do Professor Rafael Gomes Dionello. As atividades ocorreram de 1^o de abril a 30 de julho de 2014, totalizando 306 horas de estágio.

2. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

No ano de 1943, na cidade de Roca Sales – RS, foi fundada a Predileto Alimentos, uma empresa familiar, originada a partir de um pequeno moinho de trigo. Em 1953 foi inaugurada uma unidade na cidade de Canoas (RS), denominada, Moinhos Cruzeiro do Sul. Os excelentes resultados obtidos motivaram a uma expansão pelo Brasil, com a construção e

aquisição de novas unidades nos Estados do Maranhão, Pará, Pernambuco e Rio de Janeiro. A unidade do Rio Grande do Sul beneficia diariamente 300 toneladas de trigo, mas para melhor atender sua demanda, já existe um projeto para dobrar a produção atual.

Em maio de 2009, a empresa obteve certificação ISO 9001, tendo como objetivo maior trabalhar com produtos e serviços em conformidade com as expectativas do mercado, bem como garantir um retorno adequado ao capital, assegurando seu crescimento e perpetuação. Atualmente, é uma das empresas líderes de mercado, destinando sua produção principalmente às padarias, através das marcas Maxi e Rosa Branca, além de atender clientes como, as redes de supermercados, Nacional, Big, Carrefour e Pão de Açúcar, o Grupo Mondeléz International, entre outros. Na produção de farinhas para uso doméstico, destacam-se as marcas Três Coroas, Rosa Branca e Baldaracci.

A empresa possui laboratório próprio para realização de todas as análises, garantindo desta forma que todos os lotes produzidos mantenham seu padrão de qualidade e segurança.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. O Trigo

O trigo (*Triticum spp*) é uma gramínea de ciclo anual, cultivado durante o inverno, consumido a partir da farinha, de diversas formas ou como ração animal (EMBRAPA, 2009). É um dos cereais mais consumidos no mundo.

Cultivado há mais de 10 mil anos, o trigo difundiu-se para todo o mundo a partir da região chamada pelos historiadores de Crescente Fértil, área que atualmente vai do Egito ao Iraque (ABITRIGO, 2015). No Brasil, a cultura foi introduzida primeiramente no Rio Grande do Sul. Atualmente é cultivado nos três estados da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), representando 90% da produção nacional, também é produzido na região Sudeste nos estados de Minas Gerais e São Paulo e na região Centro Oeste nos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal (EMBRAPA, 2013).

Existem diversas espécies de trigo, mas três espécies são cultivadas comercialmente em grande escala, representando 90% do trigo cultivado. Cada uma delas apresenta características diferentes em relação às substâncias que compõem o grão (amido, minerais vitaminas e proteínas), o que as torna mais ou menos adequada à elaboração de um tipo de alimento. O *triticum aestivum* é conhecido como trigo comum, tem um teor de proteína em torno de 15 %, tornando-o mais indicado para a panificação. No *Triticum compactum*,

conhecido como trigo clube, o teor de proteínas é da ordem de 8%, produzindo menor quantidade de glúten, substância que está por trás do crescimento e da textura dos produtos feitos com farinha. É o mais indicado para a produção de biscoitos e bolos, proporcionando maior maciez e menos crocância. O *Triticum durum*, não é cultivado no Brasil, é utilizado para o preparo de macarrão (ABITRIGO, 2015).

Segundo Edwards (2004), a qualidade do grão de trigo pode ser definida como resultado da interação que a cultura sofre no campo, do efeito das condições do solo, do manejo da cultura, da cultivar, bem como das operações de colheita, armazenamento e moagem.

3.2. Importância socioeconômica

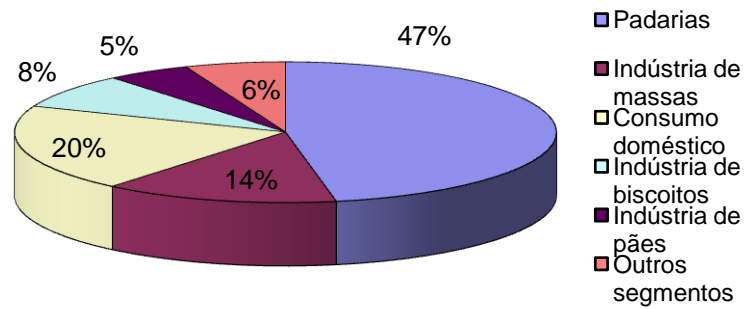
O trigo tem grande importância socioeconômica, tratando-se de uma das principais fontes de calorias para a humanidade, fornecendo carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras, cálcio, ferro e ácido fólico. É o segundo alimento mais consumido no mundo, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2012).

A produção anual de trigo no Brasil gira em torno de 5 a 6 milhões de toneladas e o consumo é de cerca de 11 milhões de toneladas (ABITRIGO, 2015), abastecendo, portanto em torno de 50 % do consumo interno. A produção nacional de trigo na safra 2014 foi de aproximadamente 6 milhões de toneladas e para a safra de 2015 a estimativa é de colher aproximadamente 7 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

A maior parte do trigo importado pelo Brasil é proveniente da Argentina, seguido pelos EUA, Paraguai e Uruguai. Com o objetivo de reduzir a dependência externa, o governo Brasileiro pretende incentivar a produção interna aumentando a colheita para 80% do total consumido nos próximos 10 anos (MAPA, 2013).

A principal forma de consumo do trigo é através da utilização da farinha, obtida da moagem do grão. A farinha é produzida para o setor de panificação, consumo doméstico e para indústria de massas e biscoitos. Esta quantidade é distribuída no mercado conforme ilustrado na figura 1 (INMETRO, 2000).

Atualmente no Brasil existem em torno de 200 moinhos em atividade, 140 deles, (70%) situados na região sul (ABITRIGO, 2015).

Figura 1: Distribuição da destinação da farinha de trigo no Brasil

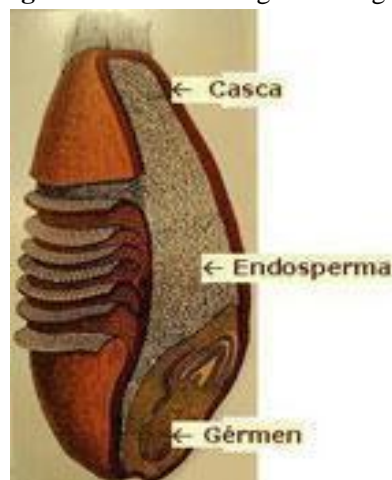
Fonte: INMETRO, 2000

3.3. Classificação do trigo

Segundo a instrução Normativa 38/2010 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o trigo destinado diretamente à alimentação humana pertence ao grupo 1 e trigo destinado a moagem e a outras finalidades ao grupo 2. O trigo destinado à panificação, pertence à classe de trigo pão, do grupo 2 (BRASIL, 2010a).

3.4. Processo industrial de moagem do trigo

O processo de moagem para obtenção da farinha de trigo branca é definido como a redução do endosperma à farinha, precedido da separação do farelo e do gérmen, para a elaboração de produtos com maior qualidade (ATWELL, 2001). O grão é fragmentado e separado, através de moinhos de rolos e peneirações a fim de separar as principais regiões do trigo que são o gérmen, o endosperma e o pericarpo ou casca (Figura 2).

Figura 2. Estrutura do grão de trigo

Fonte: TRIGO E ARTE, 2012.

Assim que o carregamento de trigo chega ao moinho, antes da descarga, é realizada uma amostragem para determinação do teor de umidade, impurezas e peso hectolitro. As amostras devem ser colhidas ao acaso, em locais diferentes na carga. Os equipamentos para coleta podem ser caladores do tipo duplo, sonda ou pneumático, de acordo com a quantidade de produto que constitui o lote (BRASIL, 2010b), conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Número de pontos a serem amostrados para cada lote

Quantidade do produto constitui o lote (toneladas)	Número mínimo de pontos a serem amostrados
até 15	5
de 15 a 30	8
mais que 30	11

Fonte: Brasil (2010b)

Em seguida é realizada a homogeneização da amostra para a determinação das matérias estranhas e impurezas, grãos danificados por insetos, grãos danificados pelo calor, mofados e ardidos, grãos chochos, triguilhos e grãos quebrados. Os defeitos encontrados devem ser pesados não passando dos limites impostos pela Instrução Normativa 38, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010a), apresentados na Tabela 2.

Segundo a legislação, o trigo destinado à moagem e a outras finalidades (grupo II) será classificado também em Tipos 1, 2, 3 ou Fora de Tipo. Essa categorização estabelece os padrões oficiais do produto, além de indicar as características do grão ao produtor e a indústria de moagem.

Após a análise da amostra, se a carga corresponder às condições contratuais de compra é autorizada a descarga na moega. Em seguida os grãos descarregados passam por processos de limpeza, onde o sistema de peneiras remove as impurezas.

Tabela 2. Classificação dos grãos de trigo do grupo II, destinados a moagem e a outras finalidades, em tipos.

Tipos	Peso hectolitro (valor mínimo)	Matérias Estranhas e Impurezas (%máximo)	Danificados por insetos (% máximo)	Danificados pelo Calor, Mofados e Ardidos (% máximo)	Chochos, Triguilhos e Quebrados (%) (máximo)	Total de Defeitos (% máximo)
1	78	1,00	0,50	0,50	1,50	2,00
2	75	1,50	1,00	1,00	2,50	3,50
3	72	2,00	2,00	2,00	5,00	7,00
Fora de tipo	Menor que 72	Maior que 2,00	Maior que 2,00	10,00	Maior que 5,00	Maior que 7,00

Fonte: Brasil (2010a)

O trigo segue então para os silos de armazenamento até a hora da moagem. Antes da moagem o trigo é submetido à etapa de condicionamento, limpeza e umidificação dos grãos. A umidificação consiste na adição de água até que a umidade do trigo fique em torno de 15% para facilitar a remoção da casca e também reduzir o desgaste dos equipamentos. Após a adição da água, o trigo fica armazenado em silos por um período de 12 horas (PINTO, 2010).

Segundo o mesmo autor, o teor de proteína no trigo varia de tipo para tipo, por isso as variedades são misturadas ou mescladas no moinho, a fim de se obter o tipo de farinha que será comercializada. Após a mescla, o trigo passa por um segundo sistema de limpeza, sendo este mais intensivo, removendo as menores impurezas, tais como sementes de ervas daninhas e poeira. O processo é feito por gravidade, fazendo com que o grão passe por uma sucessão de máquinas de moagem, onde cada uma mói o grão entre rolos de aço, sendo peneirado posteriormente. Partículas grandes demais para passar pela peneira seguem até a próxima máquina de moagem e assim por diante. O que não foi totalmente processado é aspirado para cima para começar o ciclo novamente.

A farinha branca é produzida peneirando somente o endosperma (parte interna e mole da semente), isso requer a remoção do farelo e do germe do trigo. Os rolos, ou também chamados banco de cilindros trituram o germe e o farelo e fazem o endosperma ficar em pedaços menores. A peneiração remove o germe e solta os pedaços de farelo. Em cada máquina de moagem há um purificador, que utiliza corrente de ar controlado, para separar o farelo, mais leve, do endosperma, que é mais pesado, permitindo que as peneiras separem os 2 componentes. Após passar repetidas vezes pelo ciclo de moagem, peneiragem e purificação, o endosperma é transformado em farinha (PINTO, 2010).

Após a moagem, amostras da farinha são levadas ao laboratório, onde são realizadas as análises físico-químicas e reológicas. Após aprovação e emissão do laudo a produção é liberada para o envase e armazenamento ou transporte.

3.5. Análises de controle de qualidade da farinha de trigo

A verificação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo é realizada normalmente através da análise das características físico-químicas, tais como umidade, cinzas, teor de glúten, cor e número de queda (MIRALBÉS, 2004).

Quando a farinha é misturada com a água forma-se a massa. Na massa os componentes da farinha sofrem alterações em suas propriedades mecânicas e plásticas (ICTA, 2013). Nesta fase, as principais análises realizadas são a farinografia e a alveografia.

O controle da umidade da farinha apresenta importância econômica pelo fato da mesma ser comercializada em base úmida. Porém é também importante no processamento, devendo encontrar-se em torno de 13%. Farinhas com umidade acima de 14% têm tendência de formar grumos (Ciacco e Chang, 1986). Conforme a legislação da ANVISA (Portaria Nº 354 de 18/07/96), para melhor conservação, a umidade da farinha de trigo não deve exceder a 15%.

O teor de cinzas representa o percentual de matéria mineral presente no produto, principalmente ferro, sódio, potássio, magnésio e fósforo. A maior concentração destes minerais encontra-se na parte externa do grão (ICTA, 2013). Portanto, quanto maior o grau de extração, maior teor de matéria mineral (cinzas). Assim, o teor de cinzas é utilizado como parâmetro de avaliação do tipo de farinha de trigo, podendo interferir na cor do produto final. Segundo a legislação brasileira (Portaria 354/96), a farinha de trigo integral pode possuir no máximo entre 2 e 2,5 % de cinzas, a farinha de trigo comum, no máximo 1,35% e a farinha de trigo especial, no máximo 0,65%. Vieira et al. (1999) relataram que a associação de elevados teores de umidade e cinzas poderiam resultar em um ambiente propício à síntese de micotoxinas em grãos e produtos derivados.

A determinação do glúten permite estimar a quantidade e qualidade das proteínas de uma determinada farinha. De acordo com González (2002), o glúten é formado basicamente quando a farinha de trigo e a água são submetidas a trabalho mecânico onde as proteínas insolúveis (gliadina e glutenina) incham, formando a rede proteica denominada glúten. O glúten atua, com a presença do gás que é produzido durante a fermentação da massa e seu crescimento, sendo responsável pela estrutura típica do pão. Grãos de trigo com elevados

teores de glúten úmido tendem a produzir as farinhas denominadas fortes (strong), enquanto que os grãos de trigo com baixos teores de glúten úmido proporcionam a obtenção de farinhas denominadas fracas (weak), as quais apresentam baixa elasticidade e baixo teor de proteínas, sendo utilizadas principalmente na elaboração de bolachas e doces (FARONI et al., 2007; WIESIR, 2007).

A cor da farinha se deve principalmente ao teor de carotenóides, de proteínas, de fibras e da presença de impurezas na moagem (ICTA, 2013). A legislação brasileira (BRASIL, 2005) estabelece que a farinha de trigo deva apresentar cor branca, com tons leves de amarelo, marrom ou cinza, conforme o trigo de origem. O tempo de armazenamento também influencia na cor do produto (HRUŠKOVÁ; MACHOVÁ, 2002).

O número de queda ou Falling Number é o principal teste utilizado para determinar a atividade da enzima alfa-amilase, tanto no grão de trigo quanto na farinha (ICTA, 2013). É um método padronizado internacionalmente (ICC 107/1, ISO 3093-2004, AACC 56-81B). O resultado deste teste é expresso em segundos, sendo que altos valores (NQ >300 segundos) indicam baixa atividade dessa enzima, enquanto baixos valores (NQ < 250 segundos) indicam alta atividade. Grãos de trigo submetidos a condições ambientais de alta umidade no final do estágio de maturação do cultivo iniciam o processo de brotamento ou germinação pré-colheita. A germinação causa uma acelerada degradação do amido por meio da enzima α -amilase. Mesmo que em pequenas proporções, os grãos germinados podem causar a perda de um lote inteiro. Farinhas com altos teores desta enzima tendem a fornecer produtos pegajosos e de baixo volume (EMBRAPA, 2009).

A farinografia é um teste aplicado para indicar as propriedades de mistura e processamento da massa de farinha de trigo. O método permite avaliar o comportamento durante o amassamento. Segundo a EMBRAPA (2009), os valores mais comuns para se interpretar o farinograma e avaliar as propriedades da farinha, são: absorção de água, tempo de desenvolvimento da massa, estabilidade e índice de tolerância.

A análise de alveografia é um teste que avalia a força ou trabalho mecânico necessário para expandir uma massa. São analisadas as características de tenacidade (P) e extensibilidade (L). A tenacidade (P), expressa em mm, indica a resistência ao trabalho de deformação, estando relacionada com a capacidade de absorção de água da farinha. A extensibilidade (L) representa a capacidade de estiramento da massa, indicando o volume do pão. Em geral, quando maior o valor de L, maior será o volume do pão. Outro parâmetro avaliado neste teste é a força da farinha ou do glúten (W), ele indica a qualidade panificável da farinha de trigo, simulando o comportamento da massa na fermentação. O valor de "P/L" indica a relação de tenacidade e

extensibilidade de uma farinha submetida ao teste, traduz o equilíbrio do alveograma. Para Guarienti (1996), as farinhas que apresentam valores de P/L abaixo de 0,60 são consideradas de glúten extensível, ou seja, que estica com maior facilidade. Valores entre 0,61 a 1,20 apresentam glúten balanceado e para valores de P/L acima de 1,21 glúten tenaz, com maior firmeza.

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Todas as atividades do estágio foram desenvolvidas no Laboratório do Moinho Cruzeiro do Sul- Unidade Canoas/RS. O laboratório recebe diariamente amostras, devidamente identificadas, de trigo adquirido pela empresa e da produção de farinha proveniente do moinho e a partir destas amostras são realizadas as análises físico-químicas e reológicas. As amostras de trigo são retiradas da carga por um funcionário da empresa e levadas ao laboratório para os testes de peso hectolitro, umidade e impurezas. Já em relação à farinha, já mesclada, eram realizadas as análises de umidade, cinzas, cor, alveografia, glúten úmido, Falling Number, farinografia e alveografia para verificar se a farinha encontrava-se dentro do padrão estabelecido conforme a finalidade da mesma.

A rotina do laboratório começava pela separação e pesagem das amostras. Neste local, trabalham 3 técnico-analistas e uma supervisora, que foram responsáveis pelo treinamento e supervisão das atividades realizadas durante o estágio. Cada técnico e estagiário ficava responsável por um aparelho, sendo realizados rodízios por aparelhos, para que todos pudessem realizar todas as análises.

Ao fim do expediente, os equipamentos eram limpos e desligados, as bancadas e o local como um todo eram higienizados e organizados para que o próximo turno pudesse dar continuidade às atividades.

Durante o estágio foi possível treinar, executar e compreender os procedimentos de rotina e associar os resultados das análises com os aspectos de qualidade.

4.1. Avaliação da qualidade tecnológica de amostras de grãos de trigo

4.1.1. Peso hectolitro

É a massa correspondente ao volume de 100 litros de trigo. É utilizado como medida tradicional de classificação e comercialização em vários países e expressa indiretamente

atributos de qualidade de grãos, em especial dos relacionados com a moagem. (EMBRAPA TRIGO, 2014).

Determinou-se o peso hectolitro (PH), medida do peso específico do trigo (massa/volume) expresso em Kg/hl, e convertido através de tabela, para peso hectolitrico.

4.1.2. Umidade

Determinou-se a umidade em percentual pela perda do peso original das amostras (250 g de trigo) em balança específica (Motomco). O medidor determina a umidade de forma indireta, na amostra de grãos, avaliando as alterações em suas características dielétricas devido à presença de umidade. Utilizando curvas de calibração estas alterações são interpretadas como porcentagem de umidade.

Figura 3. Equipamentos para teste de PH e umidade em grão de trigo



Fonte: Vilmara Silva, 2014

4.1.3. Impurezas

O teor de impurezas do trigo, expresso percentualmente em relação ao peso inicial da amostra, é definido como a quantidade de materiais estranhos, tais como palha, poeira, pedras, grãos quebrados e murchos, outros tipos de grãos, etc., que podem ser separados por meios mecânicos. Na empresa utiliza-se o separador de impurezas, modelo Sintel.

4.2 Análises físico-químicas da farinha de trigo

4.2.1 Teor de umidade

A determinação da umidade da farinha é feita pelo método de balança analítica com infravermelho (figura 4). Pesa-se 5g de farinha e dentro do equipamento, já pré-aquecido, a amostra recebe raios infravermelho fazendo com que a água evapore. Ao término o aparelho indica a porcentagem de água evaporada, através da diferença de peso. O conteúdo de umidade da farinha deve estar em torno de 13%.

Figura 4. Medidor de umidade por infravermelho



Fonte: Vilmara Silva, 2014

4.2.2. Cinzas

Para determinação do % de cinzas ou matéria mineral, são pesados aproximadamente 5 g de farinha em cadinho de porcelana. Os cadinhos são levados à mufla (Figura 5) onde passam por um processo de combustão da amostra a uma temperatura de aproximadamente 900 °C por 3 h e 30min. Após este período os cadinhos são retirados da mufla e deixados em estufa à 180 °C para que sua temperatura baixe. Posteriormente, são colocados em dessecador (figura 5) até atingirem a temperatura ambiente. Efetua-se a pesagem, na sequencia, obtendo-se os resultados em porcentagem de cinzas.

Segundo a legislação brasileira (Portaria 354/96), a farinha de trigo integral pode possuir no máximo entre 2 e 2,5 % de cinzas, a farinha de trigo comum, no máximo 1,35% e a farinha de trigo especial, no máximo 0,65%.

Figura 5. Mufla (esquerda); Dessecador (direita)



Fonte: Vilmara Silva, 2014

4.2.3. Cor

Determinou-se a cor das farinhas através do colorímetro Minolta (figura 6). Este é um método de leitura direta, não necessita nenhum tipo de preparo da amostra. O resultado é obtido em faixas de cores, no sistema L^*a^*b , onde:

- L: luminosidade varia de 0 (preto) a 100 (branco)
- a: saturação (negativo verde, positivo vermelho)
- b: coloração (positivo amarelo, negativo azul)

Figura 6. Aparelho Colorímetro Minolta



Fonte: Vilmara Silva, 2014

4.2.4. Glúten úmido

Realizou-se a determinação do glúten úmido (percentual) através da lavagem da amostra (10 g) com solução de cloreto de sódio a 2,5 %, seguida por separação das proteínas

insolúveis formadoras do glúten (gliadinas e gluteninas), utilizando-se o aparelho Glutomatic (Figura 7) e posterior pesagem.

Figura 7. Aparelho Glutomatic



Fonte: Vilmara Silva, 2014

4.2.5. Número de queda

O número de queda ou (Falling Number) das amostras é obtido através da mensuração da capacidade da enzima alfa-amilase em liquefazer um gel de amido. O teste consiste em pesar 7 g de farinha e colocá-la em tubo de ensaio específico, adiciona-se 25 mL de água deionizada e o tubo é agitado para obtenção de uma suspensão uniforme. O tubo é então colocado no aparelho (Figura 8), que possui um banho em torno 100°C para promover a gelatinização do amido. O aparelho registra o tempo (em segundos) de queda de sua haste metálica dentro do tubo com a amostra gelatinizada.

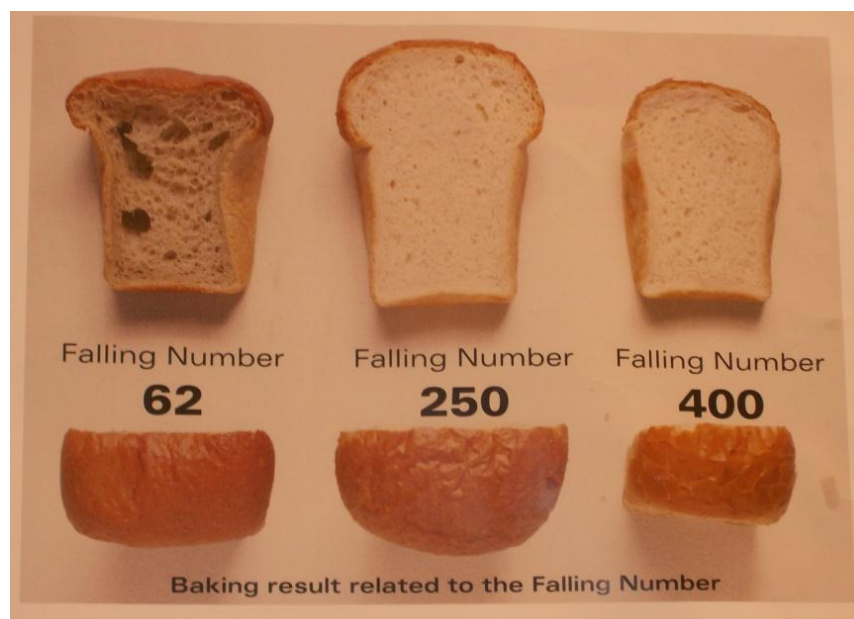
Quanto menor o tempo, maior é a atividade enzimática e vice-versa. Considera-se num padrão de boa qualidade resultados entre 250 e 350 segundos. Na figura 9 pode-se observar a influência da alfa amilase quando abaixo ou acima deste padrão.

Figura 8. Aparelho falling number



Fonte: Moagem de Trigo, 2011

Figura 9. Influência da enzima alfa amilase na qualidade do pão



Fonte: Meneurie Milanaise, 2011.

4.3. Análises reológicas da farinha de trigo

4.3.1. Farinografia

O equipamento utilizado para realização das análises foi o farinógrafo Brabender (Figura 10). O aparelho consiste numa massadeira, onde coloca-se 300 g de amostra de farinha com 14% de umidade. Através de uma bureta acoplada ao aparelho, adiciona-se água deionizada até formação da massa. Um dinamômetro mede a força requerida para a mistura da amostra, o aparelho é conectado a um computador, onde é instalado um software que gera um gráfico de cada análise. O gráfico mostra as variações ocorridas durante o processo de mistura (Figura 11). Neste teste são avaliados os seguintes parâmetros:

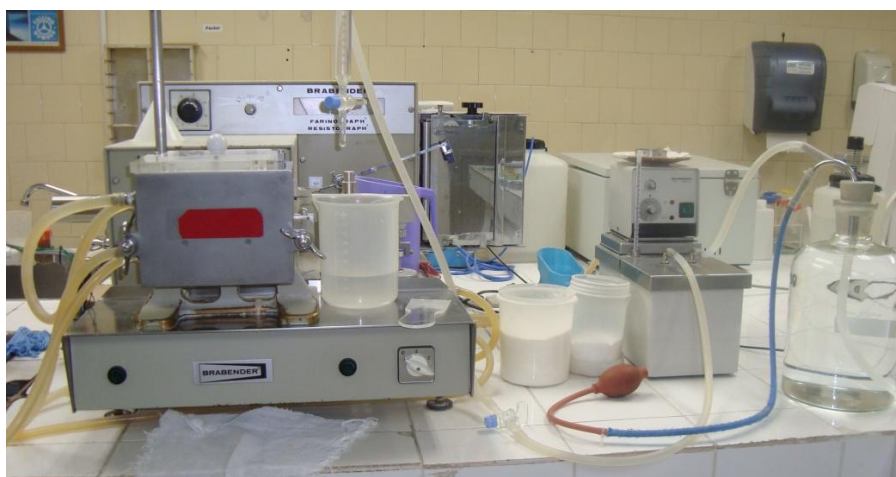
– Absorção: é a quantidade de água que a massa absorve para que a curva do gráfico mantenha-se em 500 unidades farinográficas (UF). É o tempo em que a massa suporta ser misturada.

– Tempo de desenvolvimento da massa (T.D.M): é o tempo desde o início até o desenvolvimento máximo da curva, imediatamente antes da primeira indicação da queda.

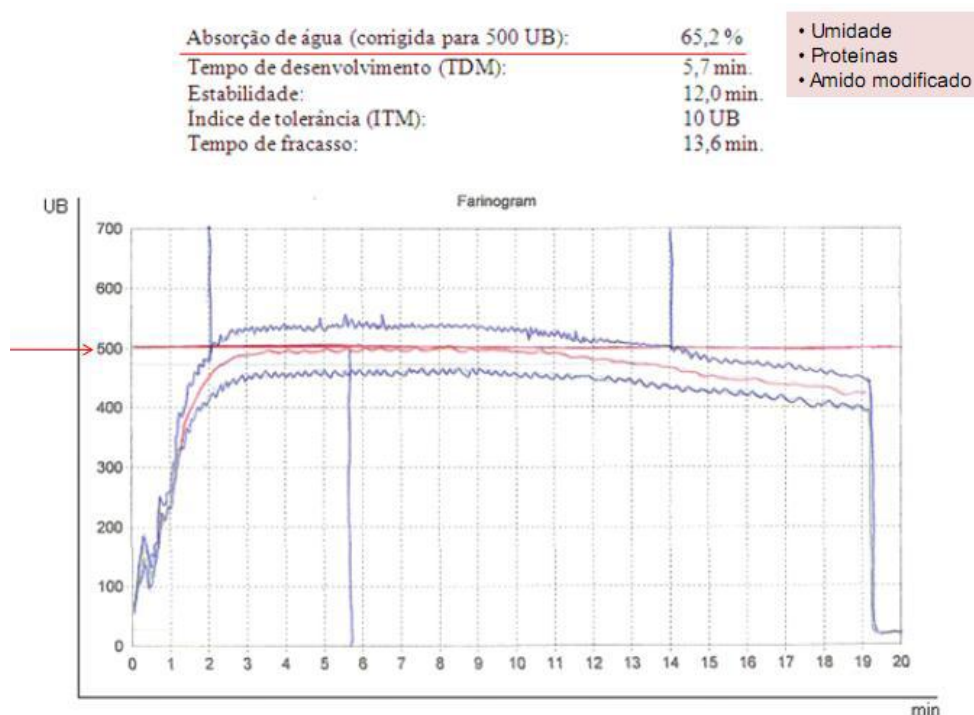
– Estabilidade (EST) – é o tempo que a curva do gráfico se mantém na linha das 500 UF. O resultado é expresso em minutos, indica a força de uma farinha.

– Índice de tolerância à mistura (I.T.M): é a diferença entre o tempo de pico e 5 minutos após o pico. Indica o grau de amolecimento durante a mistura. Quanto maior for a diferença, menor a tolerância à mistura da farinha, o que está relacionado a menores teores de glúten. Farinhas com baixo teor de glúten apresentam menos resistência à mistura mecânica e consequentemente formam redes viscoelásticas fracas.

Figura 10. Farinógrafo Brabender



Fonte: Vilmara Silva, 2014

Figura 11. Exemplo de farinografia

Fonte: Gruchinski, 2012

4.3.2. Alveografia

As análises foram realizadas em alveógrafo Chopin (Figura 12), de acordo com o método 54-30A (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS, 2000), simulando o comportamento da massa na fermentação. A análise de alveografia é realizada pesando-se 250 g da amostra de farinha e misturando-se com solução de cloreto de sódio a 2,5 %. A solução tem a função de hidratar e formar pontes salinas entre as proteínas para melhor formação da massa. A quantidade de solução utilizada no teste é determinada segundo a umidade da farinha. A massa fica misturando por 8 minutos. Logo após, é modelada em pequenos discos, que ficam em repouso na estufa de descanso do alveógrafo, a uma temperatura de 25 °C durante 20 minutos (figura 13). Cada disco de massa é testado individualmente. Após o período de descanso, prende-se a amostra sobre uma platina na superfície e a massa começa a ser insuflada, formando uma bolha até romper-se. A pressão dentro da bolha é registrada com uma curva indicando os valores de P, L, W e P/L (figura 14), onde:

– L (extensibilidade): é a medida da capacidade de estiramento da massa sem que ela se rompa, é expressa em milímetros.

– P (Elasticidade): é a resistência que a massa oferece até o estiramento, expressa em milímetros.

– W (Força Glúten): a força da massa resistente a deformação, expressa em 10^{-4} J.

– P/L – relação elasticidade/extensibilidade : expressa o equilíbrio da massa. Para pães o ideal são farinhas balanceadas (P/L entre 0,5 – 1,20), para bolos e biscoitos farinhas extensíveis (P/L < 0,49) e para massas alimentícias farinhas tenazes (P/L > 1,21).

Figura 12. Alveógrafo Chopin



Fonte: Vilmara Silva, 2014

Figura 13. Estufa de descanso 25° C

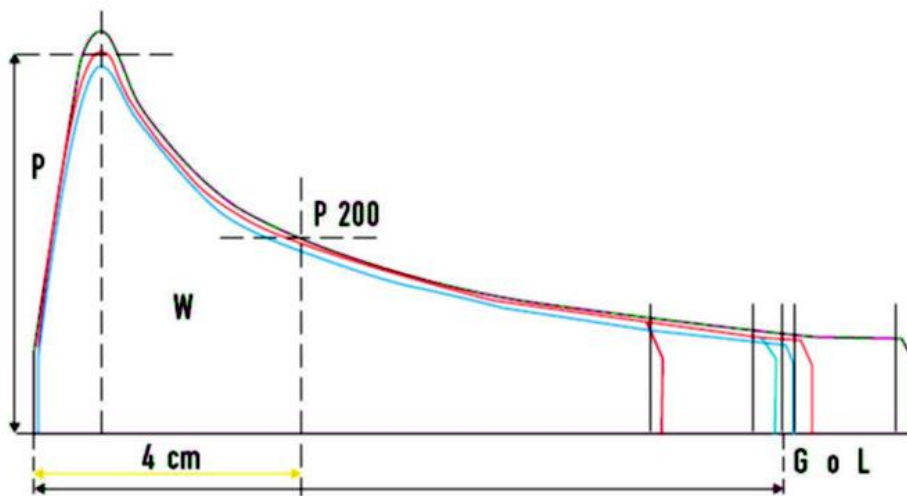


Fonte: Moinhos Tondo S/A

A Figura 14 mostra a curva de ascensão da massa. O alveógrafo possui um componente chamado Alveolink, que detecta, registra, processa e armazena ensaios alveográficos, tudo de forma automática e independente do operador. O alveolink é conectado a uma impressora para imprimir os ensaios.

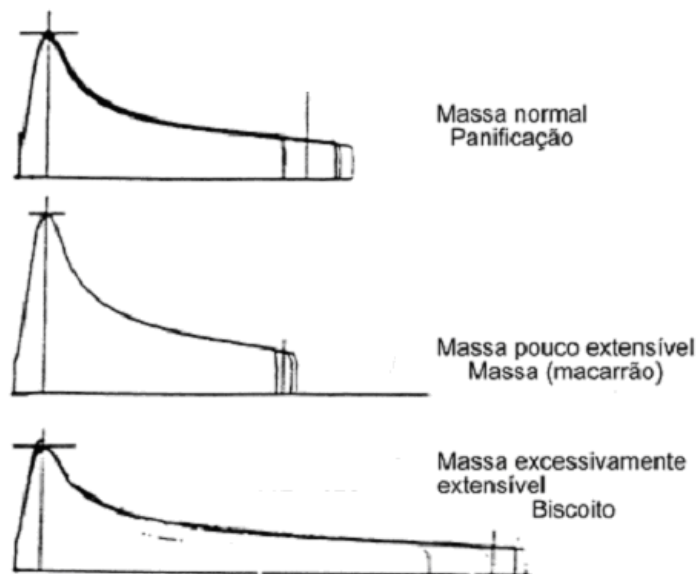
Ao final do teste obtêm-se cinco curvas com a mesma origem e o resultado é uma média de todas as curvas. Na Figura 15 é possível observar alveogramas típicos para panificação, massas e biscoitos/bolos.

Figura 14. Exemplo de Alveograma. Abreviações: tenacidade (P), Extensibilidade (G ou L) e trabalho ou energia de deformação (W).



Fonte: ICTA, 2013

Figura 15. Alveogramas típicos



Fonte: ICTA, 2013

5. DISCUSSÃO

A necessidade de um controle rigoroso da qualidade da farinha decorre do crescente nível de exigência dos compradores, pois suas propriedades serão determinantes na qualidade do produto em que serão utilizadas como matéria-prima. Os resultados também devem garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos.

Em relação ao teor de umidade, de amostras dos lotes de farinha produzidos no Moinho Cruzeiro do Sul, o maior teor encontrado, durante o período de estágio, foi de 14% e o menor 12,6%. Segundo a portaria nº 354/96, da secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, a umidade deve ser de no máximo 15 %, então todas as amostras estavam de acordo com este padrão.

A regulamentação técnica de identidade e qualidade para a classificação da farinha de trigo, atribui o percentual de matéria mineral presente na farinha de trigo, para farinhas do tipo 1, em no máximo 0,80% em base seca. Nas análises realizadas no laboratório, o teor máximo de cinzas (base seca) das amostras da produção apresentavam teores menores que a padronização, sendo o maior valor das amostras 0,75% e o menor 0,46%, demonstrando que as farinhas foram produzidas por meio de baixa extração.

Para a Colorimetria não há padronização. O maior valor de L* (cor branca) das amostras situou-se na faixa de 94,31 e o menor 92,08.

A quantidade de glúten úmido nos lotes analisados situou-se entre 30,52%, como maior valor, e 24,35% a amostra que apresentou menor quantidade de glúten.

Quanto ao Número de Queda (NQ) ou Falling Number (FN), o valor mais baixo encontrado foi 261 segundos, o que indica ótima atividade da enzima alfa-amilase podendo acarretar bom desempenho na panificação, pão com bom volume e miolo de boa textura. Porém, algumas das amostras apresentaram NQ superior a 300 segundos, sendo o mais alto 360 segundos, indicando baixa atividade da alfa amilase e por consequência, no desempenho em panificação, o pão ficaria com volume reduzido e miolo seco. Neste caso, o lote não é liberado para comercialização, devendo ocorrer nova mescla ou adição da enzima alfa amilase fim de reduzir o NQ.

Para avaliação geral de especificação de farinhas para categorias de produtos, pode-se trabalhar com as faixas expressas nas tabelas a seguir.

A Tabela 3 indica teores para cinzas, glúten úmido e Falling Number.

Tabela 3. Especificação de farinha de acordo com a categoria de produtos para qual será utilizada.

Característica	Massas	Pães	Bolos	Biscoitos	Biscoitos
				Fermentados	Doces
Cinzas %	0,50-0,70	0,50-0,70	0,45-0,55	0,7-1,0	0,8-1,2
Glúten úmido %	>28	>26	20-25	25-30	20-25
Falling Number (s)	>350	225-275	200-250	225-275	200-250

Fonte: ICTA, 2013.

Já os parâmetros de qualidade medidos na farinografia revelam que quanto maior o I.T.M, (índice de tolerância a mistura) mais fraca é a farinha. As análises dos lotes mostraram valores de absorção de água entre 53,43 e 59,3%. A Tabela 4 apresenta parâmetros farinográficos característicos de farinhas classificadas como fraca, média, forte. Na Tabela 5 encontram-se as faixas ideais para diferentes categorias de produto.

Tabela 4. Classificação da qualidade da farinha segundo a interpretação de tempo de desenvolvimento da massa, a estabilidade e o índice de tolerância, obtidos pela farinografia.

Classificação	Tempo de desenvolvimento (min)	Estabilidade (min)	Índice de tolerância (UF)
Muito fraca	≤ 2,0	≤ 2,0	≥ 200
Fraca	2,1 - 4,0	2,1 - 4,0	150 - 199
Forte	8,1 - 10,0	10,1 - 15,00	0 - 49

Fonte: ICTA, 2013

Tabela 5. Especificação de farinha de acordo com a categoria de produtos para qual será utilizada. Análise farinográfica.

Característica	Massas	Pães	Bolos	Biscoitos	Biscoitos
				Fermentados	Doces
Absorção de água %	60 – 64	>55	–	<55	<55
Desenvolvimento (min)	8 - 13	4 - 9	1 - 2	3 - 6	1 - 3
Estabilidade (min)	>15	12 - 18	2 - 4	6 - 12	2 - 4

Fonte: ICTA, 2013

Quanto aos testes realizados no alveógrafo, foram registrados valores com a maior força W de 266,7 Joules e a farinha mais fraca apresentou um W de 187,5 Joules. No alveograma, de um modo geral, quanto maior o valor de “L” (extensibilidade), maior será o volume do pão, mas esta característica é dependente do valor de “P” (elasticidade). Então, a relação P/L (elasticidade/extensibilidade), expressa o equilíbrio da massa. Para a relação P/L os valores registrados situaram-se entre 1,10 para o maior e 0,69 para o menor valor dos lotes analisados.

Os parâmetros avaliados no alveograma, em geral devem encontrar-se nas faixas apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Especificação de farinha de acordo com a categoria de produtos para qual será utilizada. Análise alveográfica.

Característica	Massas	Pães	Bolos	Biscoitos	Biscoitos
				Fermentados	Doces
Valor de Configuração e Equilíbrio da Curva (P/L)	>1,5	0,6-1,5	–	0,5-0,9	0,2-0,5
W (10-4 Joules)	>280	180-275	<100	150-200	<100

Fonte: ICTA, 2013

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o estágio, o aluno tem a oportunidade de por em prática os conhecimentos adquiridos na faculdade, portanto é uma etapa fundamental para a formação de um bom profissional. No período de realização do estágio, além de praticar diversos procedimentos que foram aprendidos durante o Curso de Agronomia, também foi possível enriquecer o conhecimento agrônomo, além de atentar para os diversos desafios que o Engenheiro Agrônomo passa a ter quando inserido no mercado de trabalho.

O estágio na área de controle de qualidade possibilitou um aprendizado maior sobre a avaliação do trigo e da farinha e o quanto representam para a obtenção de produtos finais também com qualidade. Sem este controle, as empresas correm o risco de comercializar seu produto de forma incorreta, podendo assim, não satisfazer os pré-requisitos exigidos pelo cliente e pela legislação. Neste contexto, as análises laboratoriais apresentam-se como importante ferramenta, pois permitem a tomada de decisão das medidas necessárias para que eventuais não conformidades sejam corrigidas. Todas as análises realizadas na empresa obedecem às normas técnicas e legislação.

No cotidiano das análises, pode-se aprender que é possível controlar os padrões da farinha de acordo com as características dos grãos. Conforme o tipo de farinha que se deseja obter, são efetuadas mesclas, ainda dos grãos, ou da própria farinha, o que possibilita o controle de um padrão de qualidade adequada, efetuando um melhor aproveitamento da matéria prima.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS – AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9 ed. Saint Paul, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE TRIGO. **Sobre o trigo e Estatísticas**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br>>. Acesso em: 2 agosto de 2015.

ATWELL, W. A. **Wheat Flour. Eagen Press Handbook Series**. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, 2001.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Farinha de trigo especial**. 2000. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/farinha.asp>> Acesso em 2 agosto de 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução **Normativa n° 38, de 30 de novembro de 2010**. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Disponível em <<http://codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf> > Acesso em: 2 agosto de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 354**, de 18 de Julho de 1996. **Norma técnica referente à farinha de trigo**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.

CIACCO, C. F.; CHANG, Y. K. **Como Fazer Massas**. São Paulo, Ícone, Campinas: Editora da UNICAMP, 1986.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária - Safra 2014/2015**. Brasília: CONAB, v.2, 11º Levantamento de safra, 2015. 107 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 4 setembro de 2015

EDWARDS, S.G. **Influence of agricultural practices on fusarium infection of cereals and subsequent contamination of grain by trichothecene mycotoxins**. Toxology Letters, v.153, n.1, p.29-35, 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Trigo. **Embrapa Trigo, Passo Fundo**, jan. 2013. Disponível em: < <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo.htm> >. Acesso em: 21 agosto de 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Organização e Método**. Passo Fundo, 2009. Disponível em:< http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112_5htm >Acesso em: 14 agosto de 2015.

FARONI, L. R. D. et al. **Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina**. Rev. Bras. Eng. Agric. Amb., Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 115-119, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **O que você precisa saber sobre a fome em 2012.** Disponível em <<https://www.fao.org.br/dmsm.asp>> m:> . Acesso em: 5 julho de 2015.

GONZÁLEZ, M. J. C. **Industrias de Cereales y Derivados.** Madrid: Amv Ediciones, 2002. 337 p.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade Industrial de Trigo.** 2. ed. Passo Fundo: Embrapa – CNTP, 1996.

HRUŠKOVÁ, M.; MACHOVÁ, D. **Changes of wheat flour properties during short term storage.** Czech Journal Food Science, v. 20, n. 4, p. 125-130, 2002.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo.** Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://thor.sead.ufrgs.br/objetos/avaliacao-farinha-trigo/2b.php>. Acesso em: 26 agosto de 2015.

MIRALBÉS, C. **Quality control in the milling industry using near infrared transmittance spectroscopy.** Food Chemistry, v.88, p.621-628, 2004.

MILANAISE. **Meunerie Milanaise.** Disponível em: <http://www.lamilanaise.com/anglais/qualitefarine_en.html>. Acesso em 15 agosto de 2015.

PINTO, R. R. **Balanço de massa do processo de produção de farinha de trigo. 2010.** Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35201/000792988.=1>>. Acesso em: 20 agosto de 2015.

VIEIRA, A. P. BARDIALE-FURLONG; OLIVEIRA, M. L. M. **Ocorrência de micotoxinas e características físico-químicas em farinhas comerciais.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 19, n. 2, p. 221-225, 1999;

WIESIR, H. Química das proteínas do glúten. **Food Microbiology**, v. 24, n.2, p. 115-119, 2007.