

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Marcos Weide

00231125

Peculiaridades entre a produção agrícola do trigo e o seu beneficiamento industrial.

PORTO ALEGRE, outubro de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

Peculiaridades entre a produção agrícola do trigo e o seu beneficiamento industrial.

Marcos Weide

00231125

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheira Agrônoma, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de Campo: Eng. Químico Luiz Paulo Bertamani Júnior

Orientador Acadêmico: Prof. Dr. Júpter Palagi de Souza | Professor Titular da UFRGS.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

Prof. Dr. Sérgio Tomasini – Coordenador -(Departamento de Horticultura e Silvicultura)
Prof. Dr. Pedro Selbach.....(Departamento de Solos)
Prof. Dr. Alberto Inda Jr.(Departamento de Solos)
Prof. Dr^a. Maitê de Moraes Vieira.....(Departamento de Zootecnia)
Prof^a Dr. André Brunes.....(Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia)
Prof^a Dr^a Lúcia Brandão Franke.....(Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia)
Prof. Dr. Aldo Merotto Junior.....(Departamento de Plantas de Lavoura)
Prof. Dr. José Antônio Martinelli.....(Departamento de Fitossanidade)

PORTO ALEGRE, outubro de 2021.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado fé, saúde e força para que pudesse concluir mais uma etapa importante em minha vida. E mais ainda pelo privilégio de me conceder uma segunda chance de vida, após reverter um grave quadro de saúde desencadeado pela infecção do Covid-19.

A minha amada esposa Ana Paula por toda a sua ajuda e por todos os momentos maravilhosos vividos até o momento, pois nunca mediu esforços para que eu pudesse chegar até a conclusão desta etapa.

Aos meus amados pais, Dr. Nilton e Ana Maria, pelo amor incondicional e pelos sacrifícios realizados para que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos Juliano e Anna Carolina pelo apoio e compreensão de minha constante ausência em várias ocasiões durante um grande período de tempo da minha graduação.

Ao meu estimado orientador professor Dr. Júpiter Palagi de Souza pela sua parceria, amizade, paciência, pelos conselhos construtivos e pelos momentos em que tive o prazer de vivenciar na sua companhia.

A todos aqueles queridos professores que são ou foram meus mestres um dia e que sempre terão um espaço especial em meu coração.

Ao Grupo Moinho Estrela e ao Sr. José Guimarães pela confiança e oportunidade de estágio na empresa.

Ao meu supervisor de estágio, Luiz Paulo Bertamani Júnior, pela confiança e oportunidade de aprendizado.

A todos os funcionários do setor de Qualidade do Grupo Moinho e Setor de Recebimento de Cargas de grão de trigo, que tanto me auxiliaram no período de estágio.

Aos funcionários do Setor de Recursos Humanos do Grupo Moinho Estrela.

Aos colegas e amigos que fiz na FAGRO/UFRGS e que fizeram parte da minha formação.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram na minha trajetória e acreditaram em meu potencial.

RESUMO

Este trabalho é oriundo das vivências e atividades realizadas no estágio supervisionado junto ao laboratório e setor de qualidade da empresa Moinho Estrela Ltda. que se situa na cidade de Canoas / RS. Durante o período de estágio, acompanharam-se os processos de recebimento de cargas de trigo, de avaliação da qualidade dos grãos de trigo utilizados na moagem e as amostras de farinha produzidas, classificadas a partir desses mesmos grãos. As análises realizadas no trigo recebido foram: impurezas, presença de insetos, umidade e determinação do peso hectolitro. Já nas amostras de farinha produzidas, foram realizadas análises reológicas, que se evidenciaram extremamente importantes para estabelecer uma melhor orientação entre os procedimentos de manejo da cultura no campo e as aplicações dos diferentes produtos resultantes do beneficiamento do grão de trigo, especialmente quanto ao desenvolvimento de fungos. Todos estes dados serviram para demonstrar que cada vez mais os procedimentos agrícolas, no campo, precisam estar diretamente conectados com o beneficiamento e aplicação industrial das suas *comodities*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área externa do topo dos silos de grãos de trigo.....	10
Figura 2: Visão externa dos silos da empresa.....	10
Figura 3: Caminhões aguardando para descarregar.....	16
Figura 4: Sonda Manual de coleta para amostras de grão de trigo.....	16
Figura 5: Recipiente com amostragem de trigo.....	17
Figura 6: Caruncho-do-trigo encontrado em amostra.....	17
Figura 7: Balança de pesagem de caminhões.....	17
Figura 8: Caminhão em pesagem.....	17
Figura 9: Descarga de trigo na moega.....	18
Figura 10: Operador da plataforma elevadiça.....	18
Figura 11: Trigo de amostra com presença de impurezas.....	18
Figura 12: Malha de aço para retenção e avaliação de impurezas.....	18
Figura 13: Rede de canos transportadores de grãos de trigo.....	19
Figura 14: Ímã retentor de metais.....	19
Figura 15: Teto de acesso aos silos.....	20
Figura 16: Medida de altura de massa de grãos de trigo em um silo.....	20
Figura 17: Aparelho medidor de umidade usado para amostras de farinhas.....	21
Figura 18: Aparelho separador de impurezas das amostras de grão do trigo.....	22
Figura 19: Aparelho medidor de Peso Hectolitro das amostras de grão do trigo.....	22
Figura 20: Aparelho Minolta usado para aferir a cor das amostras de farinha.....	23
Figura 21: Balança de precisão usada para pesagem de cadinhos e cinzas.....	23
Figura 22: Dessecador e estabilizador de temperatura dos cadinhos.....	23
Figura 23: Aparelho Farinógrafo de Brabender.....	25
Figura 24: Detalhe do local de adição da amostra de farinha e água no Farinógrafo.....	25
Figura 25: Preparação das amostras de massa para análise no Alveógrafo de Chopin.....	26
Figura 26: Amostra de massa sendo inflada para registro de alveograma.....	26

***Todas fotografias elencadas e postadas neste trabalho são de própria autoria.**

SUMÁRIO

2. METODOLOGIA UTILIZADA	9
3. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E DO MEIO FÍSICO DO MUNICÍPIO.....	9
4. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO.....	10
5. REFERENCIAL TEÓRICO	10
5.1 O Trigo.....	11
5.2 Mercado do Trigo	11
5.3 Constituição do Grão do Trigo	11
5.3.1 Estrutura Protéica e Composição do Glúten	12
5.3.2 A Força do Glúten.....	12
5.4 A Farinha de Trigo.....	13
5.5 Classificação e Análises das Características do Grão de Trigo e Farinha	13
5.5.1 Umidade.....	14
5.5.2 Cinzas.....	14
5.5.3 Peso do Hectolitro (PH).....	14
5.5.4 Número de Queda	14
5.5.5 Alveografia	15
5.5.6 Farinografia.....	15
5.5.7 Cor da Farinha	15
5.5.8 Detecção de Vomitoxina.....	15
6. ATIVIDADES REALIZADAS	16
6.1 Verificações Físico-Químicas.....	21
6.1.1 Umidade.....	21
6.1.2 Impurezas	21
6.1.3 Peso Hectolitro.....	22
6.1.4 Cor da Farinha	22

6.1.5 Cinzas.....	23
6.1.6 Teores e Índice de Glúten	24
6.1.7 Número de Queda (ou <i>Falling Number</i>).....	24
6. 2 Análises Reológicas	24
6.2.1 Farinografia.....	24
6.2.2 Alveografia	25
6.2.3 Análise de Vomitoxinas.....	26
7. DISCUSSÃO	26
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
APÊNDICES	37
Apêndice A. Sonda manual de coleta de amostras de trigo. Erro! Indicador não definido.	
Apêndice B. Caminhão do Grupo Moinho adesivado com a marca Panfácil.....	37

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e o progresso da humanidade estão intimamente ligados à história do trigo. Desde tempos pré-históricos foram encontrados, a partir de escavações, grãos fossilizados de trigo junto a esqueletos humanos. Registrados por estudiosos do assunto, o trigo foi cultivado pela primeira vez na região da antiga mesopotâmia. Inclusive, algumas sementes encontradas por esta região datam de 6.700 A.C. (BASTOS, 1986; GURIENTI, 1996).

O trigo é uma planta da família das gramíneas, do gênero *Triticum* e está entre os cereais mais cultivados e consumidos em todo o mundo (ABITRIGO, 2015). O grão do trigo divide-se em três partes principais: germe, pericarpo e endosperma. É do endosperma, formado em grande parte por amido, que se retira a farinha (BASTOS, 1986; GURIENTI, 1996).

A principal forma de consumo do trigo é através da utilização da farinha. Para obter-se a farinha, é necessário fazer a moagem do grão. Obtida a farinha, ela pode ser utilizada, por exemplo, na preparação de massas, pães, bolos e biscoitos. Portanto, existem diferentes tipos de farinha que são elaboradas conforme as qualidades do grão do trigo utilizado e as finalidades de utilização (BASTOS, 1986; GURIENTI, 1996; ROCHA, 2007).

Como existem diferenças das características do trigo, é através das avaliações de controle do Laboratório de Qualidade presente dentro das empresas de moagem, que são feitas análises físico-químicas visando a manutenção dos padrões de qualidade da farinha produzida. Além disso, existe um completo acompanhamento durante todos os estágios de produção a fim de padronizar e adequar a farinha às normas estabelecidas. Sendo assim, é de suma importância a qualidade do trigo que chega para a moagem. Essa fase que irá impactar nos processos subsequentes, originando farinhas de pior ou melhor qualidade; ou mesmo para diferentes finalidades de utilização.

A partir disso, pretende-se salientar a imprescindibilidade dos cuidados dos profissionais encarregados com a produção do trigo, a colheita, o armazenamento, a entrega do trigo nos moinhos e nos processos de beneficiamento do grão. São processos impactantes na quantidade e qualidade da farinha produzida. Sendo assim, neste entendimento, o estágio curricular obrigatório foi desenvolvido na empresa Moinho Estrela Ltda., em Canoas, Rio Grande do Sul, sob a supervisão do Engenheiro Químico Luiz Paulo Bertamani Júnior, ocupante do cargo de Supervisor Técnico de Qualidade. Já a orientação acadêmica ficou sob a tutela do prezado Professor Dr. Júpiter Palagi de Souza. As atividades de estágio ocorreram de 1º de fevereiro a 30 de março de 2021, totalizando 324 horas de estágio.

2. METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia usada foi na forma de pesquisa teórica, utilizando dados científicos, nacionais e internacionais, que permitam avaliar e explicar o impacto da produção de trigo e a sua utilização na indústria. Assim, utilizando-se o método qualitativo e indutivo, informações de análises nos laboratórios, artigos e da vivência das atividades realizadas no estágio supervisionado, será disponibilizado conhecimentos importantes entre produção agrícola e aplicação industrial do trigo.

3. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E DO MEIO FÍSICO DO MUNICÍPIO

O município de Canoas está situado na região metropolitana de Porto Alegre, sendo cidade vizinha da capital. Limítrofe com os municípios de Cachoeirinha, Esteio e Porto Alegre, Canoas se situa a 13 km a Norte-Leste de Porto Alegre. Situado a 29 metros de altitude. Canoas tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude 29° 55' 8" Sul, longitude 51° 10' 41" Oeste (COREDE, 2021). Possui área territorial de 130.789 km², organizado em cinco localidades (zonas) e 18 bairros. A população, segundo o IBGE (2020) é de 348.208 habitantes.

Canoas possui o terceiro maior Produto Interno Bruto (PIB) do Rio Grande do Sul (IBGE, 2018), e o Índice de Desenvolvimento Econômico foi de 0,826: o quarto mais alto entre os municípios gaúchos (IDESE, 2020). A cidade também se destaca como um dos principais polos exportadores do estado do RS, sobressaindo-se a contribuição da refinaria Alberto Pasqualini (REFAP) inaugurada em 1968 e localizada no município com uma área de 580 hectares (IDESE, 2020).

Segundo dados do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, em 2018, Canoas despontou como terceiro município exportador do estado do RS, sendo responsável por 8,3% das exportações gaúchas. São cinco os principais produtos de exportação do município: tratores, motores, óleo diesel, combustíveis e lubrificantes. Os principais destinos de exportação são os países do Mercosul (APEXBRASIL, 2018).

4. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

Em 1970 o fundador do Moinho Estrela, Sr. Angelo Domingo Pretto, adquiriu uma antiga sede do Moinho Brasileiro, em Porto Alegre / RS. Denominando-a então como Moinho Estrela e transformando-a em sede naquela época. Atualmente, o Moinho é parte de um grupo: o Grupo Estrela, que agora concentra as atividades na região industrial de Canoas / RS. O Grupo Estrela é formado pelas empresas Moinho Estrela, a Panfácil que agrega a fábrica de pães e lanches congelados; a Mesasul, especializada no fornecimento de cestas básicas de alimentação e higiene; e a Presete, do segmento imobiliário. Somados, o grupo conta com 650 colaboradores diretos e 150 indiretos.

O complexo inteiro da Moinho Estrela Ltda. (figura 1) possui 22 silos, cada um com 37 metros de altura e 18.000 toneladas de capacidade (figura 2). A empresa possui capacidade de recepção de 200 toneladas / hora de grãos de trigo e a transferência de moagem pode atingir 100 toneladas / hora. No entanto, o trabalho interno de moagem de rotina, é todo executado com 4 silos menores (chamados de “caixas”) com capacidade total de 70 toneladas cada uma.



Figura 1: área externa do topo dos silos de grãos de trigo; **Figura 2:** visão externa dos silos da empresa.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

No referencial teórico, será feita uma breve abordagem sobre a caracterização da cultura do trigo e seu mercado consumidor. A seguir será tratada a classificação do trigo e sua constituição, estrutura proteica, composição e força do glúten. Posteriormente, passar-se-á a tratar diretamente sobre a farinha de trigo, sua classificação, análises e características propriamente ditas do grão de trigo.

5.1 O Trigo

O trigo (*Triticum* spp.) é uma gramínea presente em todo o mundo. Ocupa o primeiro lugar em volume de produção mundial quando se trata de cereal para alimentação humana (ROCHA, 2007). Reconhecido como o “rei dos cereais”, o trigo fornece cerca de 20% das calorias provenientes dos alimentos consumidos pelo homem e permite elaborar uma enorme diversidade de produtos derivados.

No Brasil são consumidos em média cerca de 15 milhões de toneladas de trigo anualmente (EMBRAPA, 2019). Como matéria-prima, o trigo é utilizado para a elaboração de farinha (principal produto do beneficiamento) e outros alimentos elaborados que são consumidos diariamente: sob forma de pães, biscoitos, bolos e massas. A panificação, por exemplo, é uma das artes culinárias mais antigas (GUARIENTI, 1996).

5.2 Mercado do Trigo

A safra mundial de trigo ultrapassou os 170 milhões de toneladas (FAO, 2017). As grandes regiões produtoras de trigo do mundo se concentram nas zonas de clima temperado. Sabe-se que o excesso de chuvas, aliado a temperaturas elevadas, favorece moléstias e pragas (COLLARES, 2008).

As indústrias moageiras estão distribuídas por quase todo o território brasileiro, encontrando-se presente na maioria dos estados. Atualmente no Brasil existem em torno de 200 moinhos em atividade, 140 deles (70%), situados na região sul (ABITRIGO, 2015). O consumidor nacional consome cerca de 12 milhões de toneladas de trigo por ano, mas produz apenas três milhões. O déficit de sete milhões restantes é suprido pela importação (MIRANDA, 2008). Os principais fornecedores responsáveis por suprir o déficit de demanda do Brasil são: Argentina e Uruguai (juntos em 84%), EUA (7%), Polônia (6%), Canadá (2%) (CONAB, 2005; COLLARES, 2008).

No Brasil, o consumo *per capita* de trigo em grão é de 59 kg/ano (ABITRIGO, 2020) ou então 53 kg/ano sob forma de farinha de trigo (INMETRO, 2020). O maior produtor de trigo nacional é o estado do Paraná. Responsável por cerca de 59% da produção nacional, seguido pelo Rio Grande do Sul, com uma fatia de 30% (ABITRIGO, 2020).

5.3 Constituição do Grão do Trigo

Estruturalmente, o grão de trigo é um cariósipide com 6 a 8 milímetros de comprimento e 3 a 4 milímetros de largura. O grão divide-se praticamente em duas partes: o pericarpo e a semente (HOSENEV, 1991; QUAGLIA, 1991). A parte mais externa é o pericarpo, que recobre

toda a semente. Constituído, basicamente, por pericarpo (7,8 a 8,6%), endosperma (87 a 89%) e germe (2,8 a 3,5%), o grão apresenta ainda alto conteúdo de cinzas (minerais) e fibras (QUAGLIA, 1991; FORNASIERI FILHO, 2008).

O germe do trigo é a parte que representa o segmento embrionário na geração da planta. Sendo assim, ali se encontram concentrados muitos nutrientes e grande parte de lipídios (CARNEIRO, 2005). O amido e as proteínas do grão estão em grande parte representadas no endosperma (MANDARINO, 1993).

O endosperma contém dois tipos de grânulos: o amido lenticular e o amido quase esférico. Os maiores componentes do amido no grão são a amilose e a amilopectina. É com base na distribuição do tamanho dos grânulos que são esperadas mudanças nas propriedades reológicas da massa do pão (FORNASIERI FILHO, 2008). As propriedades reológicas serão abordadas mais a frente no item 6.2 deste compilado.

5.3.1 Estrutura Protéica e Composição do Glúten

O glúten representa um conjunto de proteínas insolúveis, responsável pelo crescimento da massa quando a farinha de trigo é misturada à água (EMBRAPA, 2019). É na composição do glúten por proteínas específicas que será determinada a qualidade única do trigo, ou seja, conferido a melhor capacidade de absorção de água, coesão, viscosidade e elasticidade na massa (MANDARINO, 1993; FORNASIERI FILHO, 2008).

A função principal das proteínas que compõem o glúten é fornecer reserva de carbono, nitrogênio e enxofre. Estas são encarregadas, por sua vez, de garantir suporte para a germinação da semente. As propriedades visco-elásticas provenientes do germe, portanto, são uma consequência puramente da constituição e das suas interações (GUTKOSKI, 2007; FORNASIERI FILHO, 2008; CUNHA, 2016).

5.3.2 A Força do Glúten

O glúten é responsável pela superioridade da farinha de trigo para produção de produtos panificáveis, pois responde pela capacidade da massa formada de reter o dióxido de carbono produzido durante a fermentação. Basicamente, além dos complexos enzimáticos correlacionados ao processo bioquímico desencadeado, exclusivamente ao que se refere a formação do glúten, podemos resumir que: é formada uma rede protéica tridimensional que assegurará uma propriedade visco-elástica quando formada uma massa (farinha de trigo, água e amassamento) (CUNHA, 2016).

Assim, a rede de glúten tem papel essencial na formação e crescimento da massa e na sustentação do produto final desejado. Nas massas alimentícias, a rede de glúten proporciona a elasticidade e textura (SCHEUER *et al*, 2011; MANDARINO, 1993).

5.4 A Farinha de Trigo

Como já citado, o principal produto obtido do beneficiamento do trigo é a farinha, gerada pelo processo de moagem. Formado do endosperma (redução deste até o pó) do trigo limpo e sadio, bem como o glúten com boas características visco-elásticas e outras particularidades importantes como o teor de umidade, cinzas, entre outros (CUNHA, 2016; GUTKOSKI, 1999).

A produção de farinha de trigo é considerada por muitos uma verdadeira arte, uma vez que o produto é bastante suscetível à variabilidade das características. Por isso, o grande desafio da indústria moageira é manter a padronização de qualidade da farinha a cada nova safra (GUTKOSKI, 1999). Os trigos usualmente utilizados para a produção de farinha são classificados usualmente pela indústria moageira como extraduros, duros, semiduros, moles ou brandos. Via de regra, é possível afirmar que, quanto maior a dureza do trigo, maior o teor e a qualidade das proteínas contidas no grão (COSTA *et al.*, 2008).

A qualidade da farinha pode ser atestada indiretamente por instrumentos, como o farinógrafo, que mede a resistência da mistura de água/farinha durante a ação mecânica. Os diferentes tipos de farinha contêm quantidades variáveis de proteínas formadoras de glúten (PINTO, 2010; SCHEUER *et al*, 2011).

5.5 Classificação e Análises das Características do Grão de Trigo e Farinha

A qualidade dos grãos e das farinhas 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 (ELIAS, 2002; GUTKOSKI, 2007).

Para análise de uma determinada amostra de farinha, já existem uma gama de aparelhos capazes de aferir suas propriedades e emitir resultados após uma avaliação conjunta. Alguns aparelhos essenciais são: o farinógrafo, o extensógrafo e o alveógrafo. Juntamente são aferidos também os valores de peso do hectolitro, o número de queda, umidade, cinzas, a força geral do glúten, o tempo de mistura, estabilidade da massa (GUTKOSKI, 2007; COLLARES, 2008).

5.5.1 Umidade

A umidade da farinha de trigo indica o percentual de água livre encontrado em uma dada amostra em seu estado original. Esta não exerce influência determinante à capacidade de absorção de água das receitas (CUNHA, 2016).

A fim de alcançar um bom resultado na fabricação de pães, massas e biscoitos, o conteúdo de umidade da farinha deve estar em torno de 13%, visto que as farinhas com umidade acima de 14% possuem a tendência a formar grumos. A legislação brasileira (Portaria 354/96) relata um máximo de 15% de umidade para as farinhas integrais, comum e especial e de 14,5% para as sêmolas, semolinas e farinhas derivadas de trigo duro (Portaria 132/99).

5.5.2 Cinzas

São os sais minerais presentes na farinha. Principalmente incluídos ferro, sódio, potássio, magnésio e fósforo. A maior concentração destes minerais encontra-se na parte externa do grão, isto é, no farelo; daí conclui-se que, quanto maior a quantidade ou a contaminação de farelo na farinha, maior será o teor de cinzas resultante (GUTKOSKI, 2007).

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% de cinzas e a farinha de trigo especial, no máximo 0,65% de presença de cinzas.

5.5.3 Peso do Hectolitro (PH)

Trata-se de um indicador de qualidade que correlacionando com a taxa de extração de farinha, sendo mais elevada quanto maior o valor obtido. Ao longo do armazenamento ocorre redução de PH, em virtude do consumo de componentes orgânicos dos próprios grãos (FORNASIERI FILHO, 2008; COLLARES, 2008).

5.5.4 Número de Queda

O número de queda permite estimar a capacidade de fermentação da massa de determinada farinha, pois, quanto maior o valor encontrado, menor a atividade amilásica. O valor do número de queda apresenta relação inversa com a atividade da alfa-amilase, ou seja, quanto maior o valor da atividade da alfa-amilase menor o valor do número de queda (GUTKOSKI, 2007).

5.5.5 Alveografia

A alveografia é um teste reológico usado em vários países para a determinação de características qualitativas da farinha através dos parâmetros: índice de elasticidade, força geral do glúten e a relação da elasticidade e extensibilidade. A expressão força de glúten normalmente é utilizada para designar a maior ou menor capacidade de uma farinha sofrer um tratamento mecânico ao ser misturada com água. Também é associada à maior ou menor capacidade de absorção de água pelas proteínas formadoras de glúten (GUTKOSKI, 2007).

5.5.6 Farinografia

É um dos mais completos e sensíveis testes para a avaliação da qualidade de mistura da massa de farinha de trigo. Alguns parâmetros determinados pela farinografia são absorção de água, tempo de chegada, tempo de desenvolvimento, tempo de saída e estabilidade (GUARIENTI, 1996). A estabilidade, determinada em farinógrafo, normalmente se correlaciona com a força geral do glúten, sendo um indicador de qualidade preferido para análise de trigos de grãos duros.

5.5.7 Cor da Farinha

Pode ser determinada pelo uso de espectrofotômetro de reflectância difusa. A farinha de trigo, em base seca, é composta por aproximadamente 12% de proteínas, 72 a 78% de carboidratos, 2,5% de lipídios e menos de 0,5% de cinzas (COSTA, 2008).

Segundo a Resolução RDC n° 263 de 2005, a farinha de trigo deve ter cor branca, com leves tons de amarelo, marrom ou cinza conforme o trigo de origem (BRASIL, 2005).

5.5.8 Detecção de Vomitoxina

A desoxinivalenol (DON), ou também conhecido como vomitoxina, é uma potente toxina fúngica que afeta algumas plantas cultivadas em condições frescas e úmidas. A DON é produzida durante o processo de infecção e colonização do fungo *Fusarium graminearum* nas espigas do trigo, principalmente na fase de florescimento, causando a doença conhecida como Giberela do trigo. O consumo de grãos do trigo contaminados por DON pode causar vômitos ou mesmo provocar intoxicações graves ou crônicas, sendo por vezes até letais (ALMEIDA, 2006).

6. ATIVIDADES REALIZADAS

Ao se aproximar do Moinho Estrela, um complexo de recebimento e processamento de trigo, já é possível notar uma extensa fila de caminhões estacionados e carregados de grão de trigo. Os motoristas desses caminhões aguardam a liberação para entrar no pátio da empresa para que comecem as primeiras averiguações da carga. É a partir desse ponto que começa-se a acompanhar praticamente todos os passos que seguem, desde a entrada do grão de trigo até o envase da farinha ali fabricada.

Os caminhões brasileiros e uruguaios chegam desde a sua origem (carregamento da carga de trigo) por via rodoviária. Enquanto que os caminhões carregados com trigo argentino carregam no porto de Porto Alegre, pois chegam ao Brasil por via marítima. São os caminhões da empresa que buscam o carregamento desse trigo importado.

Do caminhão estacionado já dentro do pátio da empresa (figura 3) é retirado uma amostra (juntamente com algumas sub-amostras) representativa de toda a carga coletada em diversos pontos e em diferentes profundidades da massa de trigo disposta na caçamba. O montante de amostra coletado é de aproximadamente 5 kg de grão que são despejados dentro de um recipiente de coleta específico para este fim. O coletador recebe um bom treinamento e sabe identificar possíveis não conformidades mais aparentes como: forte odor ou presença de insetos. A ferramenta de coleta usada é a sonda manual (uma espécie de trado específico – figura 4) de 1,5 metros e com várias perfurações em diversas alturas. Isso confere a coleta de sub-amostras, de uma só vez, em profundidades diferentes da massa de grãos a cada ponto de coleta estabelecido.



Figura 3: caminhões aguardando para descarregar; **Figura 4:** sonda manual de coleta de amostras.

Após o processo de coleta no caminhão, o recipiente contendo a amostra de grãos de trigo (figura 5) segue juntamente com sua determinada ficha de identificação para o setor de

checagem no laboratório de Qualidade 1. Ali são feitas as primeiras aferições por análises físicas como: avaliação do aspecto do grão (grãos danificados por insetos, grãos danificados pelo calor, mofados e ardidos, grãos chochos, trigulhos e grãos quebrados), presença de impurezas, sujidades grosseiras ou presença de insetos (figura 6), peso hectolitro e umidade do grão. Trata-se de uma etapa importante, pois nessa fase é possível negar o recebimento de uma determinada carga que chega com problemas. Grãos inadequados ou com infestação de insetos podem contaminar todos os silos da empresa por exemplo.



Figura 5: recipiente com amostragem de trigo; **Figura 6:** caruncho-do-trigo encontrado em amostra.

Enquanto as primeiras análises físicas estão sendo executadas, o caminhão carregado com o grão de trigo já se encaminha para o setor de balança para pesar a carga (figuras 7 e 8). Estando tudo em conformidade (se a carga corresponder às condições contratuais de compra), o caminhão com a carga já pesada é liberado para descarregamento na moega que tem acesso aos silos. A moega é subterrânea e os caminhões em grande parte são elevados por uma plataforma elevadiça que alcança angulação suficiente para a descarga completa da carga de grãos do trigo na moega.



Figura 7: balança de pesagem de caminhões; **Figura 8:** caminhão em pesagem.

Anexo à moega, existe um setor de recebimento de carga. É importante a comunicação entre este setor com o Laboratório de Qualidade 1, pois é a partir das análises realizadas previamente nesse último que é decidido em qual silo serão direcionados os grãos provenientes da carga que está sendo descarregada na moega (figura 9). Abaixo da moega, existe um grande aspirador de grãos que suga os grãos, passa pelo processo de limpeza (por peneiras que retêm as impurezas) e posteriormente os despeja no silo selecionado pelo operador da plataforma elevadiça (figura 10). Ali nos silos, o trigo segue armazenado até a hora da moagem.



Figura 9: descarga de trigo na moega; **Figura 10:** operador da plataforma elevadiça

De forma geral, a escolha de destino dos silos é embasada nas informações sobre a qualidade do grão, origem, impurezas (figuras 11 e 12), umidade, entre outros. Estas análises são feitas previamente de forma rápida pelo Laboratório de Qualidade 1 como descrito anteriormente.



Figura 11: trigo de amostra com presença de impurezas; **Figura 12:** malha de aço para retenção e avaliação de impurezas de amostra de grão de trigo.

O aspirador de grãos abaixo da moega, após o começo de aspiração, é capaz de dispensar o volume aspirado em qualquer um dos 22 silos da empresa. Uma grande rede de canos de

sucção (figura 13) que percorre vários metros de altura até o ponto mais alto: este o ponto de descarte. É possível percorrer os andares onde os canos passam e verificar pontos onde são colocados algumas peneiras de retenção ou ímãs que captam sujeiras, restos de palha ou eventuais materiais de aço e ferro (figura 14). Não é incomum serem achados pregos, parafusos ou mosquetões de lona presos ao ímã de retenção praticamente todos os dias. Indicando a importância desse sistema de segurança que impede a entrada de metais nos silos.

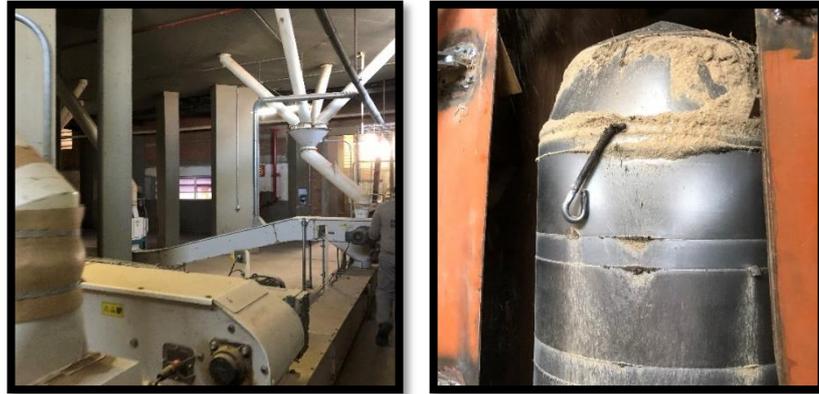


Figura 13: rede de canos transportadores de grãos de trigo; **Figura 14:** ímã retentor de metais.

A massa de trigo, que já se encontra dentro dos silos, agora apenas aguarda ser selecionada para a moagem. Infelizmente, pelo fato da empresa optar por preservar alguns segredos de sua linha de produção, não há fotos de dentro do moinho. Apenas cabe ressaltar aqui que, quantidades de grãos de silos diferentes podem compor uma determinada mistura de grãos, almejando, assim, obter desejadas composições para que se alcancem determinados padrões de farinha no processo de moagem.

Alguns silos mais antigos não dispõem de sensores internos usados para indicação de quantidade. Sendo assim, necessita-se de checagem manual por algum colaborador da altura da massa armazenada. Isso pode ser medido e calculado através de grandes trenas a partir do teto dos silos (figura 15). Caso este que acontece na empresa, onde um encarregado faz a medida toda a manhã (figura 16) em determinada hora do dia. A informação é importante e atualizada para alcance de todos os setores da empresa. O setor de compra de grãos, por exemplo, é um dos maiores interessados em saber a quantidade presente nos silos para realização de futuras compras de cargas.

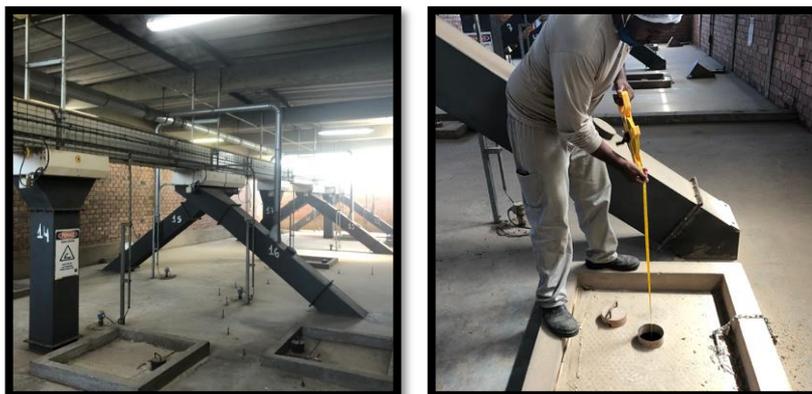


Figura 15: teto de acesso aos silos; **Figura 16:** medida de altura de massa de grãos de trigo em um silo.

Logo que o trigo é moído, amostras da farinha são levadas ao Laboratório de Qualidade 2, onde são realizadas as análises físico-químicas e reológicas. Nem sempre as farinhas estão de acordo com as especificações, então são feitos ajustes nos setores de dentro do moinho afim de ajustar as propriedades para o padrão do produto comercial. A indicação para os ajustes fica a critério do Laboratório de Qualidade 2. Assim que tudo estiver dentro das conformidades, emite-se um laudo com a aprovação dos responsáveis técnicos, e a farinha produzida é liberada para o envase e liberada para venda, transporte e consumo.

Vale lembrar que uma pequena amostra de lote, que é liberado, é catalogada e armazenada em depósito por 6 meses. Passado este período, aos poucos as farinhas vão sendo descartadas.

Inclusive a empresa possui, em anexo ao Laboratório de Qualidade 2, uma padaria industrial onde são testados diariamente os produtos fabricados na empresa: da farinha produzida são feitos pães em diferentes maneiras e formatos. Os dois setores ficam separados por portas laterais e uma antessala com um pequeno corredor.

Ilustrando melhor o cenário, o Laboratório de Qualidade 2 conta com a colaboração de quatro técnico-analistas, dois estagiários e um supervisor, que auxiliaram, acompanharam e supervisionaram as atividades realizadas durante o estágio. Cada técnico ficava responsável por um aparelho, sendo realizados rodízios semanais. Na forma de um rodízio esquematizado, puderam-se acompanhar as técnicas e as operações nos aparelhos, as quais serão descritas mais adiante. Anotações em livros de trabalho para registro de informações diárias das amostras também fizeram parte da rotina. Seguramente, pode-se relatar que foi possível compreender a execução dos procedimentos de rotina e associar os resultados das análises feitas com os aspectos de qualidade.

Na sequência serão descritos e comentados alguns procedimentos de análises executados e devidamente acompanhados dentro do Laboratório de Qualidade 2 que fizeram parte da rotina

em grande parte do estágio. Para facilitar o entendimento, foram separados os métodos dentro das Verificações Físico-Químicas e outros métodos considerados inclusos dentro das Análises Reológicas.

6.1 Verificações Físico-Químicas

6.1.1 Umidade

Indica o percentual de água livre encontrado em uma dada amostra de farinha. A determinação da umidade é feita por método rápido através de automação por infravermelho que faz aquecimento da amostra (quantidade de 5g) num prato refratário (figura 17). Basicamente, a amostra recebe raios infravermelhos fazendo com que a água evapore. Depois de determinado tempo, o aparelho emite um alerta sonoro e indica a porcentagem de água evaporada, através da diferença de peso. O conteúdo de umidade da farinha deve estar em torno de 13%.



Figura 17: aparelho medidor de umidade usado para amostras de farinhas.

6.1.2 Impurezas

As impurezas do trigo são expressas em percentual em relação ao peso inicial da amostra de trabalho total (50g). Podem ser definidas como impurezas os materiais estranhos encontrados na amostra, tais como restos de palha, poeira, pedras, grãos quebrados e murchos, outros tipos de grãos, etc., que podem ser separados por meios mecânicos. Na empresa utiliza-se uma máquina que pode separar (limpar) as impurezas (figura 18) quando se intenciona guardar uma determinada quantidade para controle interno. Já nas bancadas, para uma aferição de quantidade percentual de impureza na amostra cujo o peso é de 50g, são utilizadas peneiras de separação e posterior pesagem. As impurezas detectadas e separadas são contabilizadas e destinadas como farelo.



Figura 18: aparelho separador de impurezas das amostras de grão do trigo.

6.1.3 Peso Hectolitro

Corresponde a massa de amostra de trigo (em grãos) convertido ao volume de 100 litros de trigo. É utilizado como medida tradicional de classificação e comercialização em vários países e expressa indiretamente mais de uma dezena de atributos sobre a qualidade dos grãos e sua relação comportamental com o processo de moagem. (EMBRAPA TRIGO, 2014). Determina-se o peso hectolitro (PH) pela balança de determinação de peso hectolitro (figura 19). Basicamente, a medida do peso específico do trigo (massa/volume) é expressa em Kg/HL, e o resultado convertido via tabela específica, para o peso hectolitro.



Figura 19: aparelho medidor de Peso Hectolitro das amostras de grão do trigo.

6.1.4 Cor da Farinha

Cada amostra de farinha tem a aferição de cor (nível de brancura) feita através do aparelho Colorímetro Minolta portátil (modelos CR-400 com impressora – figura 20), adequado para medir a cor refletida e a diferença de cor. Trata-se de um método automático e de leitura direta (impressão instantânea de cada leitura), sem a necessidade de preparação da amostra.

O resultado baseia-se em um sistema que interpreta as leituras da seguinte maneira: luminosidade (L, varia de 0 a 100), indicando que, quanto mais próximo o valor estiver do 100, mais clara é a farinha. O valor de zero indica o preto total e o valor de 100 indica o branco total.



Figura 20: aparelho Minolta usado para aferir a cor das amostras de farinha.

6.1.5 Cinzas

É medida colocando-se uma quantidade conhecida de amostra (5 g) em cadinhos de porcelana (figura 21) e uma mufla colocados dentro de um forno a temperatura de 600°C por 4 horas. As cinzas deverão ficar brancas ou ligeiramente acinzentadas. Após retirados do forno, os cadinhos com amostra são novamente pesados após estabilizada a temperatura; processo de estabilização é auxiliado com o dessecador e estabilizador de temperatura (figura 22).

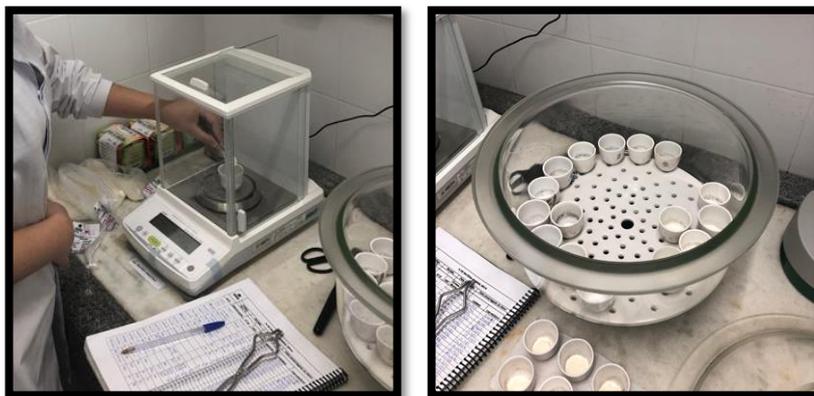


Figura 21: balança de precisão usada para pesagem de cadinhos e quantidade de cinzas;

Figura 22: dessecador e estabilizador de temperatura dos cadinhos.

6.1.6 Teores e Índice de Glúten

Feita através do aparelho (modelo Glutomatic), método que possibilita a obtenção do valor do glúten úmido, do glúten seco e do índice de glúten (relação entre o glúten seco e o glúten total) das amostras de farinha.

A determinação do teor de glúten em farinhas baseia-se na insolubilidade do glúten na água e na propriedade que o mesmo possui de aglomerar-se formando uma massa plástica, quando manuseado sob corrente de água, eliminando os outros constituintes.

6.1.7 Número de Queda (ou *Falling Number*)

Basicamente pode determinar a viscosidade e a consistência de uma amostra de massa (farinha + água) através do tempo de queda da atividade enzimática em farinha de trigo (degradação do amido).

Para a análise, é necessária uma quantidade de 10 gramas de amostra de farinha a ser testada, além de 25mL de água deionizada. Primeiramente, é adicionada a farinha aos tubos viscosimétricos de vidro, seguida da adição da água. Logo em seguida, os tubos são agitados em equipamento homogeneizador e analisados segundo o tempo de queda. De maneira resumida, a correlação do tempo de queda com a qualidade da farinha se dá pela seguinte relação: tempo de queda abaixo de 150 segundos, atividade alta de enzimas com baixa qualidade do pão; tempo de queda entre 200 e 300 segundos, atividade ótima de enzimas com alta qualidade do pão; tempo de queda acima de 300 segundos: atividade baixa de enzimas com baixa qualidade do pão (MANDARINO, 1993; GUTKOSKI, 1999).

6. 2 Análises Reológicas

6.2.1 Farinografia

Feita através do aparelho (Farinógrafo de Brabender – figura 23), a farinografia é um dos testes mais completos para a avaliação da qualidade de mistura e absorção de água da massa da farinha de trigo. O aparelho consiste em uma masseira que possui duas facas em formato de “z” que giram em sentido contrário. Juntamente existe um dinamômetro que mede a força requerida para a mistura da amostra e reproduz um gráfico que ilustra as variações ocorridas durante o processo de mistura e formação da massa.

A farinografia é realizada em duas etapas. A primeira delas é chamada de curva de titulação, onde 300 gramas de farinha de trigo é colocada na masseira do farinógrafo (figura 24). Com o farinógrafo em movimento, adiciona-se água suficiente até que apareça uma linha contínua no gráfico criado na tela e que indique 500 unidades farinográficas (UF). A quantidade

de água adicionada, com as correções adicionadas, indica a absorção de água da farinha em questão. Esta absorção é um indicativo da quantidade de água necessária para a produção do pão oriundo desta farinha. Já a segunda etapa, consiste no traçado do farinograma propriamente dito. Nesta fase novamente é pesada uma nova amostra de 300 gramas da mesma farinha. Mas, diferentemente, nessa etapa adiciona-se uma quantidade de água determinada previamente, e deixa-se o aparelho em movimento por um tempo de, no mínimo, 20 minutos. Em ambas etapas os parâmetros medidos através do farinograma são: absorção de água (expressa em percentual), tempo de desenvolvimento da massa (T.D.M.), estabilidade (EST) e índice de tolerância à mistura (I.T.M.).



Figura 23: aparelho Farinógrafo de Brabender; **Figura 24:** detalhe do local de adição de amostra de farinha e água a ser analisada pelo Farinógrafo.

6.2.2 Alveografia

Realizada em um aparelho chamado alveógrafo (alveógrafo de Chopin), que registra curvas de extensão, chamadas de alveogramas. A metodologia do aparelho consiste no preparo de uma massa com farinha de trigo + solução de cloreto de sódio (considerando a absorção padrão de água de 56% e padronizações de preparo). Com a massa é feito um pequeno disco de circunferência e espessura uniformes (figura 25) que, posteriormente, são infladas, sob uma pressão constante e uma quantidade de ar suficiente para a formação de uma bolha de massa que infla (figura 26) até sua extensão total e que provoca a ruptura. A pressão da bolha é medida com o auxílio de um manômetro registrador (presente no equipamento), onde registra-se um resultado a cada teste realizado. Os parâmetros avaliados no alveograma são: tenacidade (P), extensibilidade (L), configuração e equilíbrio da curva (P/L) e trabalho ou energia de deformação (W).

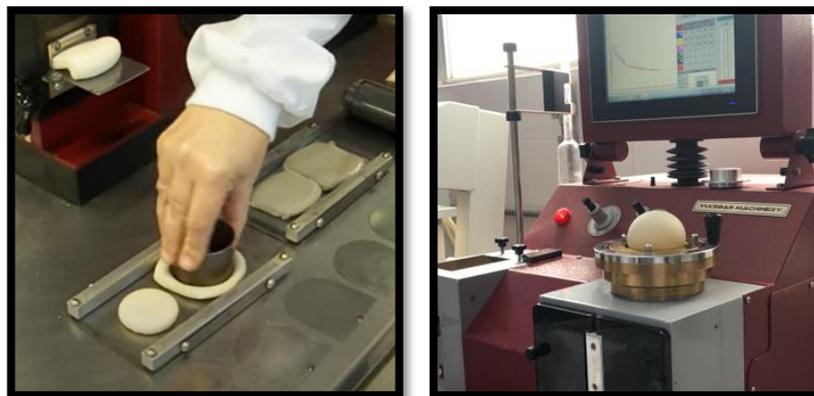


Figura 25: preparação das amostras de massa para análise; **Figura 26:** amostra de massa sendo inflada para registro de alveograma.

6.2.3 Análise de Vomitoxinas

A desoxinivalenol (DON) ou mesmo, a vomitoxina é estável a altas temperaturas, o que significa que o processamento básico de alimentos não é suficiente para eliminá-la de alimentos como a farinha. Portanto, a detecção de DON nas farinhas produzidas é fundamental nas moagens de trigo (ALMEIDA, 2006).

A detecção de DON é realizada por ensaios de imunoabsorção enzimática (método ELISA) com uma automação que disponibiliza os resultados. O aparelho possibilita amostras com tempos de incubação de 20 minutos para várias amostras.

7. DISCUSSÃO

Como pôde ser notado, a partir do compilado acima, por parte do moinho, a qualidade de uma farinha já começa com os cuidados tomados no processo de aquisição de matéria-prima: compra de grãos de qualidade. Não obstante a isso, é importante estar atento aos carregamentos nos silos e o primeiro passo crucial no processo é a obtenção de uma amostra representativa da carga de grãos de trigo que chega na empresa. O treinamento e o desempenho correto do agente de coleta das amostras são fundamentais. E, juntamente a isso, a importância da análise criteriosa nos primeiros exames avaliativos sobre as condições dos grãos nas amostras antes da liberação de descarga do trigo na moega. Do contrário, erros ou descuidos podem custar misturas equivocadas dentro dos silos e, assim, arruinar produções de moagem, ocasionando muito prejuízo e aborrecimentos.

Pelo observado, as ferramentas usadas na coleta de amostra de trigo, as precauções tomadas, a sequência de roteiro preconizada e as operações executadas pelo agente de coleta estão plenamente de acordo com as recomendações descritas no Boletim Técnico de Armazenagem e Amostragem de Grão (CONAB, 2015). Trata-se de um padrão ouro para tal procedimento de coleta amostral.

A execução das tarefas subsequentes por parte da equipe de Laboratórios de Qualidade, com a amostra de trigo já coletada no caminhão, mostrou-se dinâmica e eficiente. A primeira análise físico-química deve ser ágil pois a carga depende da liberação para o descarregamento dos grãos na moega. Etapa importante e minuciosa, e condicional, portanto, para que a moagem e a geração de farinha alcancem a excelência pretendida pelos gestores da empresa.

De uma forma geral, a qualidade dos grãos de trigo que chegam à empresa, podem traduzir ao observador mais atento que: o manejo e as técnicas culturais desempenhadas pelo agricultor quando auxiliadas pela orientação de um profissional engenheiro agrônomo podem impactar positivamente na qualidade dos grãos, em função dos processos anteriores da cadeia de produção. São eles: na época de colheita do grão de trigo, no processo de armazenagem e transporte pós-venda. A própria época de colheita pode ser mais ou menos assertiva, pois a qualidade do grão está correlacionada ao processo de maturação e à umidade da cultura ainda no campo (GUTKOSKI, 2007; MANDARINO, 1993; CUNHA, 2016).

Outro ponto a ser mencionado é a secagem proposital de trigo recém colhido. Uma operação sensível e importante na sequência do processo de pós-colheita. Pois quando não realizada adequadamente, pode provocar alterações significativas na qualidade do grão. Já que o trigo, quando colhido com umidade superior a 13% de água, deve ser submetido à secagem antes da operação de armazenamento (ELIAS, 2002; CARNEIRO, 2005). Exemplos clássicos destes casos potencialmente equivocados foram vistos na faculdade a exemplo de: quando o grão de trigo colhido muito úmido necessitará obrigatoriamente de secagem artificial, ou mesmo, durante a armazenagem, problemas de temperatura em épocas sazonais, frequentemente, o grão pode ser acometido por doenças fúngicas (CARNEIRO, 2005; ALMEIDA, 2006). Segundo Carneiro, ainda, a situação oposta também é recorrente. Pois, para o autor, frequentemente os grãos de trigo nacionais são colhidos com qualidade inferior devido aos casos comuns de germinação do trigo ainda na espiga e à redução de matéria seca, ocasionado pelo retardo na colheita (CARNEIRO, 2005).

Em relação ao teor de umidade das amostras de farinha de trigo que passaram pelo Setor de Qualidade para avaliação de lote a ser produzido, durante o período de estágio, encontrou-se valores que variaram entre 14,7% e 13,1%. Estes índices estão dentro da faixa de valores

aceitáveis segundo a portaria nº 354 / 96, da secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde: de preconização de umidade máxima de até 15%.

Como também já mencionado anteriormente, a qualidade tecnológica da farinha está correlacionada com o teor e qualidade do glúten (pois estima o seu potencial formador da massa). O teor de glúten, ainda na lavoura, pode ser influenciado pelas condições do clima e solo onde o trigo foi cultivado (GUTKOSKI, 2007). Pois é a relação entre os diversos fatores ambientais existentes na natureza e os diferentes genótipos, repercutirá nas propriedades funcionais do grão do trigo e, principalmente, na qualidade de processamento do grão (CARNEIRO, 2005). Segundo Cenkowski e seus colaboradores, em 2008, já relataram em seus estudos que as variações de qualidade do grão de trigo, envolvem mais as situações correlacionadas a exposição do ambiente, superando com frequência as expressões puramente gênicas do grão.

O teste de glúten úmido fornece a medida quantitativa da rede formada pelas proteínas (gliadinas e gluteninas) e suas propriedades funcionais expressas em porcentagem. A quantidade de glúten úmido aferido via aparelho Glutomatic, no período de estágio, situaram-se entre: 32% e 26% de glúten. Indicando bons percentuais e grãos de qualidade usados no processo de moagem.

Com o passar dos anos e através de estudos, pesquisadores conseguiram provar e demonstrar aos envolvidos na atividade tritícola que algumas condições afetam consideravelmente as características e a qualidade do grão de trigo (que é resultado da interação ambiental que a cultura sofre no campo). Sendo assim, mais à frente, quando o grão de trigo vir a ser processado industrialmente, as interações envolvidas podem afetar a qualidade da farinha gerada (CARNEIRO, 2005). Deste modo, alguns parâmetros como a umidade, o solo e o clima, o perfil genético e os defensivos agrícolas usados na etapa da cultura ainda na lavoura são interferentes importantes a serem considerados e reconhecidos na equalização das características mais desejáveis (GUARIENTI, 1996; FORNASIERI FILHO, 2008).

Nas aferições de Colorimetria das farinhas não há padronização definida ou exigida por legislação. No entanto, existe um padrão interno das empresas que definem a cor (faixa de brancura) para os diferentes produtos fabricados. Assim é importante que seja seguido faixas de valores que compreendem a característica usual do produto, como a marca fantasia e tipo de farinha condizentes com o rótulo. O maior valor de luminosidade (L mais próximo de 100, mais branca) das amostras situou-se na faixa de 98. Contudo, nem sempre o valor mais branco indica uma farinha de melhor qualidade. Mas geralmente são usadas na constituição de uma farinha da linha *premium* de produtos.

Nos testes de Número de Queda (ou *Falling Number*), o valor mais baixo encontrado foi de 238 segundos (indica ótima atividade da alfa-amilase) e do valor mais alto de 349 segundos (indica baixa atividade da alfa amilase). No valor mais baixo de tempo em segundos (devendo manter-se na faixa de 200 a 300 segundos) indica que a farinha servirá para uso de pão com bom volume e miolo de boa textura. Já no caso de valores acima de 300 segundos a farinha se utilizada para a panificação resultaria em volume reduzido e com miolo seco. Nesse último caso não liberado para comercialização (MANDARINO, 1993; GUTKOSKI, 2007).

Quanto ao comportamento das amostras de farinha, durante o amassamento das massas através das medições via farinógrafo Brabender, durante o período de estágio, encontrou-se valores de absorção de água (na primeira etapa) entre 49,21 e 59,7%. Em termos práticos, os resultados indicam que, quanto maior o índice de tolerância a mistura, mais fraca será a amostra de farinha.

No alveógrafo de Chopin, os resultados de força (expressos como W), que são relativos a energia de deformação da bolha, ficaram entre 192 e 273 joules no teste de alveograma. Para a relação da elasticidade / extensibilidade, que demonstra o equilíbrio da massa, os valores registrados situaram-se entre 0,71 (mínimo) e 1,29 (máximo).

Quando utilizado os resultados anteriores de elasticidade e extensibilidade podemos compreender melhor uma classificação usada pelos fabricantes para caracterizar e tipificar a farinha de trigo produzida. Deste modo, encontramos diferentes tipos de farinha assim nomeadas (tipos): A, B, C e D. Farinha do tipo A: possuem baixa resistência a extensão e baixa extensibilidade. São inadequadas para produção de pão, podendo ser utilizadas em produtos de confeitaria como bolos, tortas, cookies, entre outros. A farinha do tipo B: possuem alta resistência à extensão. Produzem pão com baixo volume, sendo indicadas para a produção de massas alimentícias ou para misturas com farinhas de baixa resistência. A farinha do tipo C: possuem alta resistência à extensão e alta extensibilidade. São excelentes para a produção de pão. Já a farinha do tipo D possui baixa resistência à extensão e não conseguem reter gás (PINTO, 2010).

Aplicando-se um processo térmico também é possível modificar por graduações as propriedades físicas, reológicas e bacteriológicas de uma farinha. Com o processo térmico é possível: encurtar o glúten em farinhas de panificação até o ponto de desnaturação, reduzir atividades enzimáticas até o ponto de inativação, gelatinizar parcialmente o amido e reduzir germes e bactérias. Muitas vezes a farinha que sofre este processo é denominada de “farinha inativada” (DA SILVA, 2017). Estas farinhas que sofrem esse tipo de modificação são mais utilizadas nos processos industriais de produção de alimentos.

Além das mudanças obtidas do ponto de vista de conteúdo da proteína e da dureza dos grãos pela mistura do trigo e mistura de farinhas, existem aditivos e processos que podem ser utilizados no moinho para modificar a farinha ou atender às exigências específicas do mercado consumidor.

Em geral, a farinha de trigo mantém sua funcionalidade por vários meses. Contudo, em altas temperaturas, como as que ocorrem frequentemente em países tropicais durante o verão, a deterioração é acelerada (CENKOWSKI *et al*, 2000).

Por fim, mas não menos importante, podemos afirmar que a gestão de riscos em um moinho pode ser uma tarefa difícil, com muitos desdobramentos. Ponto importante de discussão também é a identificação de toxinas fúngicas como a vomitoxina nos grãos de trigo e na farinha recém produzida. A contaminação por vomitoxina (ou a DON) prejudica os moinhos de grãos de trigo e criam riscos para a segurança alimentar (MIRANDA, 2008). A detecção de DON é importante no campo porque o *Fusarium* floresce no solo (ALMEIDA, 2006). Se não for detectado no campo pelo profissional engenheiro agrônomo, a contaminação prevalecerá na colheita, no transporte e armazenamento. Vindo, posteriormente, a contaminar o processamento básico de alimentos e ser detectado, provavelmente, apenas no processo final: após a moagem do grão de trigo.

O Brasil e a maioria dos países estabeleceram regulamentações para proteger os consumidores dos efeitos nocivos da ingestão de DON. Reconheceu-se assim, estabelecer através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), limites máximos toleráveis na detecção de DON em trigo naturalmente contaminado. E com a nova regulamentação da Anvisa em vigor desde janeiro de 2019 (republicação da RDC 07/2011) promulgou-se um novo limite de DON para trigo: na farinha branca (750 ppb) e na farinha integral (1.000 ppb).

Sendo assim, é importante estar atento às cargas de trigo que chegam ao moinho, para que se possa tomar decisões corretas e atender aos regulamentos. Testes de vomitoxinas custam tempo e dinheiro, mas são vitais para preservar a segurança da farinha produzida. No entanto, sabe-se que, ainda, por questões de custos ou pela própria viabilização de uma rotina mais dinâmica percebe-se que o teste de detecção para a vomitoxina vem sendo realizado somente depois de a farinha já ter sido produzida. Felizmente, durante o período de estágio não houve a ocorrência de nenhum caso com níveis acima do permitido. Limite máximo encontrado foi de 128 ppb. Portanto, durante este período, tudo que foi produzido também foi liberado para consumo.

No atual cenário tritícola cabe aos profissionais engenheiros agrônomos continuarem desempenhando seu ótimo ofício, mas além disso direcionarem uma atenção em especial na

ocorrência de fungos patogênicos nos campos de trigo, tomando medidas relacionadas ao manejo como o monitoramento de clima e uso eficiente de fungicidas. Conduta esta que eliminará prejuízos nas etapas subsequentes de cadeia de produção, contribuindo assim para a segurança alimentar das pessoas e dos animais.

Encabeçados pelo profissional agrônomo, a preocupação com a qualidade do trigo deve iniciar já no campo e antes mesmo da semeadura. Uma vez que a variedade da semente, as condições de solo, o manejo da cultura, o momento da colheita, a umidade do grão e possível ocorrência de fungos que produzem micotoxinas afetam diretamente as características do grão colhido e, conseqüentemente, o uso industrial. Estima-se também, que a presença de resíduos culturais possa contribuir para o aumento do inóculo e sobrevivência do patógeno entre as estações de cultivo exercendo uma maior pressão no inóculo (ALMEIDA, 2006). Por isso, a utilização de um bom manejo e os cuidados com o grão pós-colhido são fundamentais para uso seguro e adequado na elaboração dos produtos para a indústria (COSTA et al., 2008).

Em relação ao encontro de um inseto adulto do Caruncho do Trigo (*Sitophilus granarius*) de uma amostra analisada no exame de impurezas: não houve nenhuma tomada de decisão mais extrema no momento da descoberta, pois ocorrem expurgos periódicos já programados, de tempos em tempos, pela direção da empresa em todos os setores de produção. No entanto, a carga em questão, oriunda da amostra, foi negada para o descarregamento na moega. As decisões subsequentes foram tomadas pelos dirigentes da empresa.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle rigoroso de qualidade da farinha nos Laboratórios de Qualidades, anexadas às empresas moedoras de trigos, se justifica pelo nível de exigência dos compradores, pois as propriedades dos produtos elaborados dependem da qualidade, padronização e garantia da matéria-prima de origem: as farinhas dos moinhos. Os resultados ainda, simultaneamente, devem garantir qualidade sanitária e conformidades com os regulamentos técnicos estabelecidos para este segmento alimentício.

Tomadas de decisões de compra ou a importância das características desejadas ao grão são relativas ao nicho de mercado inserido pelos avaliadores da matéria-prima a ser adquirida. Ou seja, para o moageiro, a qualidade significa recebimento de grãos de trigo uniformes no tamanho e na forma, com alto peso específico, de alto rendimento em farinha, que produza baixos teores de cinzas e de coloração desejável no produto. Já para um panificador, a farinha

de boa qualidade deve possuir alta capacidade de absorção de água, boa tolerância à mistura, com nível de glúten bem balanceado e com alta porcentagem de proteínas. Para o consumidor, o trigo de boa qualidade é aquele capaz de produzir pães de grande volume, com texturas interna e externa adequadas, cor clara e de alto valor nutritivo.

Estagiar no Controle de Qualidade de uma empresa moageira de trigo possibilita ampliar a visão da cadeia produtiva do trigo pois permite conhecer os meandros envolvidos na industrialização do grão e se familiarizar melhor na importância e potencial alocados em apenas um cereal. Amplia a visão do pós-colheita do grão de trigo ao passo que permite correlacionar a característica final do grão comercializado com o manejo e os tratamentos culturais vistos com grande enfoque na faculdade de Agronomia.

Como conclusão deste trabalho, salienta-se que os conhecimentos obtidos durante todo o curso de Agronomia foram imprescindíveis para a realização do estágio supervisionado, pois proporcionaram a verificação da aplicabilidade desses conhecimentos obtidos, o embasamento para realização das atividades e uma maior compreensão do exercício da profissão de engenheiro agrônomo no que concerne a este segmento de atuação.

Além do mais, é importante considerar, que os conhecimentos adquiridos foram de extrema importância para permitir estabelecer um vínculo entre as práticas agrícolas da cultura trigo, a sua pós-colheita, o beneficiamento e a aplicação industrial dos seus derivados no mercado consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABITRIGO, Associação Brasileira Das Indústrias De Trigo. **Sobre o trigo e Estatísticas**. São Paulo, 2021. Disponível em: < <http://www.abitrigo.com.br/wp-content/uploads/2021/02/CONSUMO-MUNDIAL-DE-TRIGO-2017-2021.pdf> >. Acesso em: 16 maio de 2021.
- ALMEIDA, R. **Ocorrência de *Fusarium graminearum* e desoxivalenol em grãos de trigo utilizados no Brasil**. Piracicaba, 2006. Dissertação de Mestrado, USP. DOI: 10.11606/D.11.2006.tde-02032007-084649.
- BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e comércio exterior (APEXBRASIL). **Exportações do município de Canoas – RS**. Brasília, 2018. Disponível em: < <https://portal.apexbrasil.com.br/>>. Acesso em: 13 maio de 2021.
- BRASIL, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Farinha de trigo especial**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/farinha.asp>> Acesso em 13 maio de 2021.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução **Normativa nº 7, de 15 de agosto de 2001 | Norma de Identidade e qualidade do trigo**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2001. Seção 1, n. 160-E, p. 33-35, 15 junho de 2001.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução **Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010 | Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2010. Disponível em: <http://codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/TrigoInstrucaoNormativa3810.pdf> Acesso em: 15 junho de 2021.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005 - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2010. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/inspecao/produtosvegetal/legislacao1/normativos-cgqv/pocs/instrucao-normativa-no-8-de-02-de-junho-de-2005-farinha-de-trigo/view>> Acesso em: 15 junho de 2021.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). São Paulo. 2020. **Indicadores agropecuários 2020**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 7 julho de 2021.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). São Paulo. 2018. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/pesquisa/38/47001?tipo=ranking>>. Acesso em: 7 julho de 2021.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA) - **A legislação brasileira (Portaria 354/96)** - Brasília, 1996. Disponível em: <https://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1996/prt0354_18_07_1996.html>. Acesso em: 28 junho 2021.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA) - **A legislação brasileira (Portaria 132/99)** - Brasília, 2005. Disponível em: <https://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>. Acesso em: 28 junho 2021.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução (ANVISA) – **RDC nº 263 | Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Brasília, 2005. Disponível em: <https://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>. Acesso em: 28 junho 2021.

BRASIL, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **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: 17 maio de 2021

BASTOS, E. **O Trigo**. Manual Brasil Agrícola – Volume 4: Principais Produtos. São Paulo, 1986. Ícone.

CARNEIRO, L. M. T. A. et al. **Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro**. Bragantia, v. 64, n. 1, p. 127-137, 2005.

CENKOWSKI, S.; DEXTER, J. E.; SCANLON, M. G. **Mechanical compaction of flour: the effect of storage temperature on dough rheological properties**. Canadian Agricultural Engineering, v. 42, n. 1, p. 5.1-5.17, 2000.

- COLLARES, A. G. **elaboração de massas congeladas para a produção de pão francês**. 2008. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- CONSELHOS REGIONAIS DE DESENVOLVIMENTO (COREDE) – Disponível em: <<https://governanca.rs.gov.br/upload/arquivos/202011/23172130-consulta-popular-2020-2021-resultado-final.pdf>>. Acesso em: 21 maio de 2021
- COSTA, M. G; SILVA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. **Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 1, p. 220-225, 2008.
- CUNHA, G. R.; PASINATO, A.; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A.; GOUVÊA, J.A. **Bioclimatologia e zoneamento agrícola**. In: Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde / Claudia De Mori ... [et al.], editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- ELIAS, M. C. **Fatores que influenciam a aeração e o manejo da conservação de grãos**. In: Lorini, I. et al. (Ed.). Armazenagem de grãos. Campinas: IBG, 2002. Cap. 6.1, p. 311-359.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Trigo**. Passo Fundo, 2013. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo.htm>>. Acesso em: 07 de maio de 2021.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Um pouco de história e política do trigo e Triticultura no Brasil**. Passo Fundo, 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo>>. Acesso em 17 de junho 2021.
- FAO, 2001. **Safety evaluation of certain mycotoxins in food, Fifty sixth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)**, FAO Food and Nutrition Paper 74, WHO Food Additives Series 47, WHO, Geneve, Switzerland, pp. 419–555, 2001.
- GUARIENTI, E. M. **Qualidade Industrial de Trigo**. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa – CNTP, 1996.
- GUTKOSKI L.C., ANTUNES E. e ROMAN I.T. **Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial**. Curitiba. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos. v. 17, n. 2, p. 153-66. jul/dez. 1999.

GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B.; PAGNUSSATT, F. A. **Características tecnológicas de genótipos de trigo cultivados no cerrado.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 3, p. 786-792, 2007.

HOSENEY, R. C. **Princípios de ciencia y tecnologia de los cereales.** Zaragoza: Acribia, 1991. 321p.

IDESE. **Perfil da cidade gaúcha de Canoas.** 2020. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil_Cidades_Gauchas-Canoas.pdf>. Acesso 07 de junho 2021.

MANDARINO, J. M. G. **Aspectos importantes para qualidade do trigo.** Londrina, EMBRAPA/CNPSo, 1993. 32p.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade Comercial do Trigo Brasileiro: Safra, 2005.** Embrapa, Passo Fundo, RS, 2008.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo.** Funep, Jaboticabal, 2008, 338p.

PINTO, R. R. **Balanço de massa do processo de produção de farinha de trigo.** São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35201/000792988.=1>>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnologia de La panificación.** Zaragoza: Acribia, 1991. 485p.

ROCHA, D. **Em 2006, Brasil produziu só 22% do trigo que consome.** Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://www.ambienteemfoco.com.br/?p=5205>>. Acesso em: 15 junho de 2021.

DA SILVA, M.C.F. **Influência do ácido ascórbico encapsulado e não encapsulado nas propriedades reológicas da farinha de trigo e no volume do pão francês.** Recife, 2017. Tese de Doutorado, UFPE. DOI: 10.4260/BJFT2011140400033

APÊNDICES



Apêndice A: Fotografia do autor segurando uma sonda manual de coleta de amostras – usada na carga dos caminhões carregados de grãos de trigo que chegam na empresa.



Apêndice B: Fotografia do caminhão do Grupo Moinho adesivado com a marca Panfácil – no detalhe, os 3 tipos de farinha oferecidas a venda no mercado consumidor.