



UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ÂNGELA BROCA

**ESTUDO DA QUALIDADE DO TRIGO E DA FARINHA DE TRIGO DESTINADA A
PANIFICAÇÃO EM UM MOINHO NO SUL DO BRASIL**

LARANJEIRAS DO SUL
2021

ÂNGELA BROCA

**ESTUDO DA QUALIDADE DO TRIGO E DA FARINHA DE TRIGO DESTINADA A
PANIFICAÇÃO EM UM MOINHO NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto-Sensu* em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Professora Orientadora: Dr.^a Cátia Tavares dos Passos Francisco.

**LARANJEIRAS DO SUL
2021**

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Broca, Ângela
ESTUDO DA QUALIDADE DO TRIGO E DA FARINHA DE TRIGO
DESTINADA A PANIFICAÇÃO EM UM MOINHO NO SUL DO BRASIL /
Ângela Broca. -- 2020.
32 f.

Orientadora: Doutora Cátia Tavares dos Passos
Francisco

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Laranjeiras do Sul, PR, 2020.

I. Francisco, Cátia Tavares dos Passos, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ÂNGELA BROCA

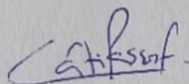
ESTUDO DA QUALIDADE DO TRIGO E DA FARINHA DE TRIGO
DESTINADA A PANIFICAÇÃO EM UM MOINHO NO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação *Stricto sensu*, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

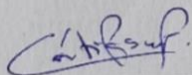
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

26/01/2021

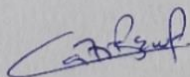
BANCA EXAMINADORA¹



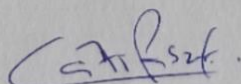
Prof.^a Dra. Cátia Tavares dos Passos Francisco (UFFS – presidente/orientadora)



Prof.^a Dra. Farayde Matta Fakhouri (UFGD / UPC – 1º membro)



Prof.^a Dra. Larissa Canhadas Bertan (UFFS – 2º membro)



Prof. Dr. Gustavo Henrique Fidelis dos Santos (UFFS – suplente)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me guiado e protegido durante todo este tempo de estudos, de idas e vindas de casa para a universidade e da universidade para casa e por ter me possibilitado concluir mais essa etapa de estudos na minha vida. Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, por todo o apoio e incentivo nesse período de estudos, sendo compreensivos nos momentos de minha ausência. As professoras: Claudia Felicetti, da minha graduação, por divulgar as inscrições do mestrado, Meire Wild, diretora da escola municipal do distrito onde moro, que me abriu as portas da escola para poder fazer minhas pesquisas e a minha orientadora Cátia Franscisco, por todo ensinamento, orientação, paciência e principalmente por sua amizade e compreensão em alguns momentos. Agradeço também a empresa onde trabalho, por me dispensar durante o expediente para que pudesse estudar e concretizar meu objetivo. A cada professor e colaborador da UFFS, pelo carinho e dedicação com que prestam seu trabalho e pela colaboração na concretização deste sonho.

MUITO OBRIGADA!

ESTUDO DA QUALIDADE DO TRIGO E DA FARINHA DE TRIGO DESTINADA A PANIFICAÇÃO EM UM MOINHO NO SUL DO BRASIL

Resumo

Produção e qualidade estão cada vez mais andando juntas em todos os setores da indústria alimentícia. Na produção da farinha de trigo, características tecnológicas específicas precisam ser observadas para que a produção final tenha um uso assertivo quanto a finalidade de uso. Por isso, o objetivo deste trabalho, foi avaliar a qualidade do trigo pão, beneficiado em um moinho no Sul do Brasil. Os dados foram coletados no banco de dados do moinho, das safras de 2014 a 2018, totalizando 5 anos, classificados como trigo pão. As amostras passaram por análises físico-químicas e reológicas, avaliando umidade e PH do grão e umidade, glúten, número de queda e alveografia da farinha. Os dados foram analisados estatisticamente por análise descritiva, análise de componentes principais, análise de agrupamento, ANOVA e teste de Tukey. A média para a umidade dos grãos encontrada foi de 12,77%, e para o PH, a média foi de 78kg/hl, classificando assim as amostras como Tipo 1, conforme preconizado pela legislação vigente. A análise por ACP, identificou que glúten e número de queda, foram as variáveis menos representativas, e as variáveis da alveografia de W, P, L e P/L foram as que mais apresentaram variabilidade, e que estas alterações não foram explicadas pelo local de origem ou safra, mesmo assim, todas ficaram dentro do recomendado, ou ideal para destinar a farinha para a panificação. Logo, acredita-se que este trabalho contribuiu para encontrar onde estavam as divergências entre as variáveis que determinaram a qualidade da farinha de trigo

Palavras-chave: análise dos componentes principais, análise de agrupamento, safra, local de origem

STUDY OF THE QUALITY OF WHEAT AND WHEAT FLOUR INTENDED FOR BAKING IN A MILL IN SOUTHERN BRAZIL

Abstract

Production and quality are increasingly moving together in all sectors of the food industry. In the production of wheat flour, specific technological characteristics need to be observed so that the final production has an assertive use as to the purpose of use. Therefore, the objective of this work was to evaluate the quality of wheat bread, processed in a mill in southern Brazil. The data were collected in the mill's database, from the 2014 to 2018 harvests, totaling 5 years, classified as wheat bread. The samples underwent physico-chemical and rheological analyzes, evaluating moisture and pH of the grain and moisture, gluten, number of drops and alveography of the flour. The data were analyzed statistically by descriptive analysis, principal component analysis, cluster analysis, ANOVA and Tukey test. The average for the grain moisture found was 12.77%, and for the PH, the average was 78kg / hl, thus classifying the samples as Type 1, as recommended by current legislation. The analysis by ACP identified that gluten and number of falls were the least representative variables, and the alveography variables of W, P, L and P / L were the ones that showed the most variability, and that these changes were not explained by the location of origin or harvest, even so, all were within the recommended, or ideal for destining the flour for baking. Therefore, it is believed that this work contributed to find where the divergences between the variables that determined the quality of wheat flour were.

Keywords: principal component analysis; cluster analysis; harvest; place of origin.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 PRODUÇÃO DE TRIGO.....	11
3.2 QUALIDADE TECNOLÓGICA DO TRIGO.....	12
3.3 QUALIDADE TECNOLÓGICA DA FARINHA.....	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	17
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
6 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é amplamente utilizado na alimentação, e fornece ao organismo uma gama de elementos calóricos e nutricionais para manter a ordem biológica e funcional em perfeito funcionamento. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em 2020 foram consumidos aproximadamente 750 milhões de toneladas de trigo no mundo e em torno de 12 milhões de toneladas no Brasil. A indústria moageira do trigo é a responsável pela fabricação da matéria prima mais utilizada em produtos consumidos tanto pela população mundial, como pela população brasileira, onde o *per capita* de farinha de trigo ficou em torno dos 40,62 kg (ABITRIGO, 2020; AMORIM et al., 2012).

Segundo a Associação Brasileira de Trigo (ABITRIGO), até fevereiro de 2019, eram 165 moinhos em atividade em todo o Brasil, sendo que a região sul é a que compreende o maior número de moinhos (74,49%), por ser a maior região de produção da matéria-prima. A maioria dos moinhos é de característica industrial (81%), seguido por cooperativas (18%) e coloniais (1%). O grão de trigo mais usado no mercado moageiro é o Trigo Pão (62%), seguido do Trigo melhorador (23%), em que após o processo de moagem, transformam-se em 3 principais subprodutos: farinha, farelo e gérmen. Destes, a farinha de trigo é a mais utilizada, como matéria prima para a fabricação de pães, macarrão, biscoitos e bolos ou outros derivados (ABITRIGO, 2020; GUARIENTI, 1996).

Como todo o produto alimentício, a farinha de trigo também é submetida a análises de qualidade, não só para garantir ao consumidor final um produto seguro, mas, também para direcionar a indústria na aplicação ideal, ou seja, para uso em massas, biscoitos ou produtos panificáveis. Segundo Caldeira et al (2000), análises físico-químicas e reológicas da farinha, determina sua destinação de uso. Neste contexto, a alveografia analisa a força da farinha, que são expressas por curvas de extensão através do aparelho alveógrafo, que indica a força do glúten. A análise do número de queda, também chamado de *falling number* (FN) traz como resultado a atividade da enzima α -amilase. O percentual de glúten é determinado pela lavagem da amostra de farinha e a umidade pode ser determinada através de infravermelho ou de estufa. Após realizar essas e outras análises complementares de qualidade da farinha, como cor e cinzas, os resultados obtidos são averiguados, baseados em variáveis e critérios de cada análise, do uso específico ou das especificações próprias de cada cliente. Assim, a farinha tem a sua destinação de uso, seja para fabricação de massas, biscoitos ou panificação (LANZARINI, 2015).

Na indústria moageira quatro características são consideradas importantes para designar a produção da farinha: a física, a química, a enzimática e a reológica, sendo esta

última, de grande importância quando a destinação da farinha é para produtos panificáveis, prevendo um bom desenvolvimento e boa qualidade nos produtos finais de panificação. Desta forma, a indústria precisa realizar correções da farinha de trigo, seja através de mescla, ou de uso de melhoradores, a fim de obter, muitas vezes, os parâmetros requeridos. Neste contexto, ainda não se têm uma orientação clara a respeito do que fazer para melhorar a qualidade do grão de trigo, ou das ações que podem ser tomadas pela indústria a fim de minimizar as divergências na qualidade das farinhas. Assim, este estudo visa colaborar com a área, a fim de determinar, a respeito das variáveis estudadas, quais influenciavam na qualidade da farinha de trigo destinada a panificação em um moinho na região sul do Brasil, nas safras de 2014 à 2018.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar estudo da qualidade do trigo e da farinha de trigo destinada a panificação em um moinho na região sul do Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a coleta de dados da qualidade da farinha de trigo em um moinho na região sul do Brasil, de grãos provenientes do Paraná e do Rio Grande do Sul, ao longo de 5 anos, em diferentes safras;
- Realizar análise estatística dos dados a fim de evidenciar se há diferença entre as farinhas obtidas de diferentes locais de produção em diferentes anos;
- Determinar a qualidade do grão de trigo através das análises de PH e umidade do grão; e
- Determinar a qualidade da farinha de trigo através das análises de umidade, glúten, *Falling Number* e alveografia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Produção de trigo

A origem da palavra trigo vem do latim: *triticum*, fazendo uma referência ao trabalho feito para separar o grão da parte que o reveste: quebrar e triturar (LÉON, 2007). É um dos cereais considerados importantes na alimentação humana, juntamente com o arroz, a aveia e o milho (MANDARINO, 1994).

Para seu cultivo é necessário que ocorram chuvas moderadas durante a fase de crescimento, calor e ligeiras chuvas na fase de maturação do grão. É uma cultura de temperatura amena, sendo indicada abaixo de 20° C, mas pode suportar temperaturas ainda mais baixas e também geada (POSNER e HIBBS, 1999).

Segundo Quaglia (1991), o grão de trigo possui uma estrutura cilíndrica em torno de 3 a 4 mm de largura por 6 a 8 mm de comprimento, sendo classificado como cariópside, ou seja, grão que possui semente única. Pode-se observar na Figura 1 que o grão é composto basicamente por três estruturas diferentes, a casca ou também chamado de pericarpo que compõem em torno de 7,8% a 8,6% do grão, de onde é extraído o farelo, o endosperma que corresponde a maior parte, cerca de 87% a 89%, de onde é extraída a farinha e o gérmen (2,8% a 3,5%), que é parte responsável pela germinação de uma nova planta.

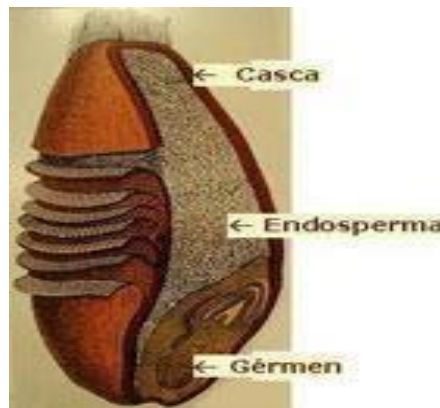
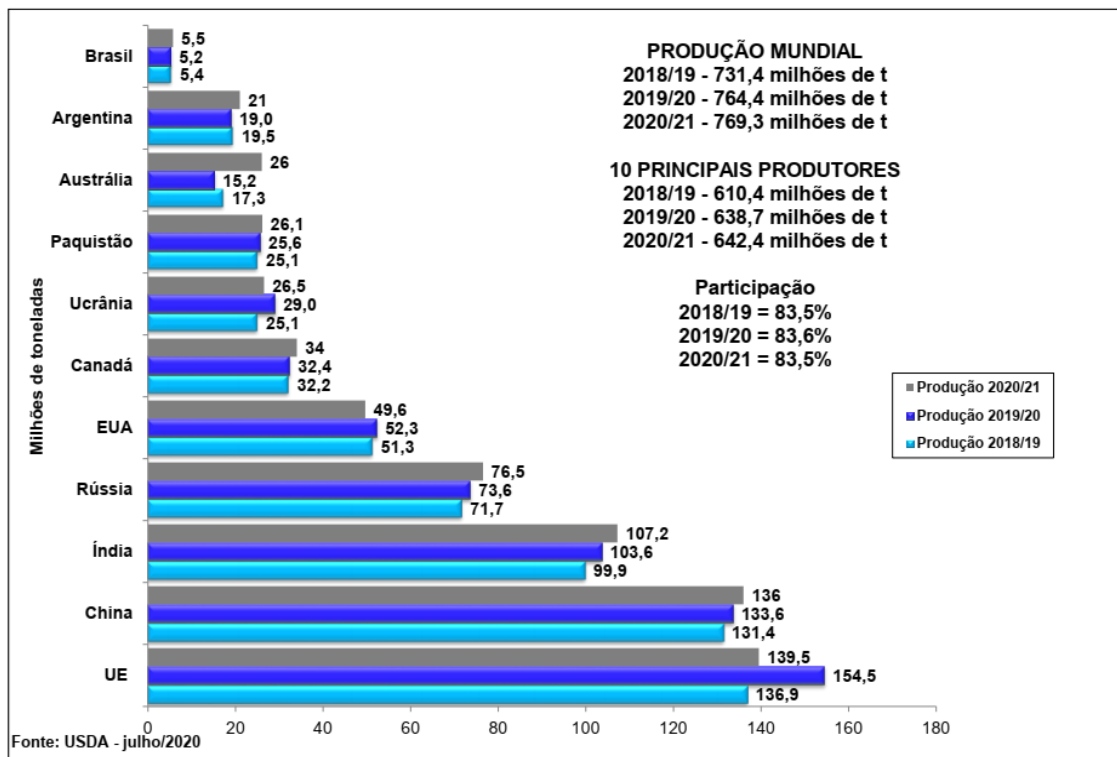


Figura 1: Estrutura do Grão de Trigo.

Na figura 2, temos o *ranking* dos 10 maiores produtores mundiais com suas respectivas produções e estimativas da safra de 2020/2021 e das duas safras anteriores e o demonstrativo produtivo do Brasil no mesmo período. Segundo dados divulgados pela USDA (Departamento de Agricultura do Estados Unidos), a safra 2020/2021 terá uma estimativa de aumento de área plantada em 1,98% (220,8 milhões de hectares), em comparativo com a safra 2019/2020 e com isso, sobe também a perspectiva de produção, que pode chegar aos 769,3 milhões de toneladas, um aumento de 0,6%. No entanto, o maior produtor mundial de trigo, a

União Europeia, deverá apresentar nesta safra de 2020/2021, uma queda na produção em torno dos 9,7%, produzindo em torno dos 141 milhões de toneladas de trigo e isso se deve principalmente a problemas climáticos ocorridos durante o ciclo da cultura. Enquanto no Brasil, que se encontra em 16º lugar no *ranking* dos maiores produtores mundiais tem uma estimativa de produção de 5,7 milhões de toneladas de trigo para esta safra de 2020/2021(CONAB, 2020).

Figura 2: Os 10 maiores produtores mundiais de trigo.



Fonte: Conab,2020.

Segundo a Conab (2017) entre os anos de 2007 a 2015 somente no estado do Paraná, havia 72 unidades ativas de moinhos de trigo, dos quais 70% eram moinhos industriais, 18% moinhos de pequeno porte chamado coloniais e por fim, 12% dos moinhos advindos de cooperativas. Mais de 50% de toda farinha produzida é destinada a panificação e o restante se divide entre produção de massas, biscoitos, uso doméstico e outros usos.

Nos últimos anos, pesquisas com sementes, através de melhoramentos, permitiram um aumento no rendimento de produção de trigo, porém, o Brasil ainda está longe de ser autossuficiente, precisando importar o grão de outros países, principalmente da Argentina, Paraguai e Estados Unidos (ABITRIGO, 2020).

3.2 Qualidade tecnológica do trigo

O trigo, assim como demais cereais e outros produtos para fins alimentícios e industriais, é submetido a normas que o classificam. Conforme o país de origem, o trigo é classificado de acordo com as normas do órgão ou departamento responsável. No Brasil, o trigo é classificado pela Instrução Normativa nº 38 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), onde são separados como tipo 1, 2, 3 e fora de tipo e em classes, como trigo: melhorador, pão, doméstico, básico e outros usos (BRASIL, 2010). Os limites máximos de tolerância de matérias estranhas e impurezas e de defeitos pré-estabelecidos são usados para fazer a separação do trigo em tipos, conforme descrito na Tabela 1. As classes são estabelecidas conforme disposto na Tabela 2, considerando as variáveis: número de queda, estabilidade e força do glúten.

Tabela 1. Padrões de classificação para tipos de trigo destinado diretamente à moagem e outras finalidades

Tipos	Peso do hectolitro (kg/hl)	Número de queda (segundos)	Matérias estranhas e Impurezas (% máx)	Defeitos (% máx)			
				Danificados por insetos	Danificados pelo calor, mofados e ardidos	Chochos, triguilhos e quebrados	Total de defeitos (%)
1	78	250	1,00	0,50	0,50	1,00	2,50
2	75	220	1,50	1,00	1,00	2,00	4,00
3	72	150	2,00	1,50	2,00	5,00	7,00
Fora de tipo	Menor que 72	Menor que 150	Maior que 2,00	Maior que 1,50	10,00	Maior que 5,00	Maior que 7,00

Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

Tabela 2. Características das diferentes classes de trigo destinado diretamente à moagem e outras finalidades

Classes	Força do Glúten (10^{-4} J)		Estabilidade (min)	Número de Queda (seg)	
	Mínimo			Mínimo	
Melhorador	300	E	14	250	
Pão	220	Ou	10	220	
Doméstico	160	Ou	6	220	
Básico	100	Ou	3	200	
Outros usos	Qualquer		Qualquer	Qualquer	

Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

A qualidade do grão de trigo é avaliada através de parâmetros físicos como peso de mil grãos e peso hectolitro (PH) e físico-químicos como número de queda, umidade, teor de

proteínas e cinzas (POMERANZ, 1988). O peso hectolitro (PH) é o parâmetro mais utilizado para fins de comercialização, pois além de ser uma avaliação rápida, também se avalia a qualidade do grão onde impurezas e grãos mal formados influenciam e reduzem a qualidade (COSTA *et al*, 2008).

Mesmo o grão de trigo apresentando um PH alto, o que traz maior aceitação e valor no mercado, isso não significa que tecnologicamente para a indústria ele é um grão de alta qualidade, pois os outros parâmetros podem apresentar dados fora de padrão, como umidade elevada ou número de queda baixo (CAUVAIN E YOUNG, 2009). O peso de mil grãos, é um parâmetro mais relacionado com sanidade do grão, onde mostra seu tamanho e densidade, expressando sua capacidade de enchimento no desenvolvimento do grão, porém é um parâmetro pouco utilizado pelas indústrias (GUTKOSKI *et al*, 2008).

Um dos parâmetros que precisa de atenção é a umidade que o grão apresenta que conforme Brasil (2010), a umidade ideal deve ser de 13% e que grãos com umidade acima desse valor, podem ser comercializados, desde que não apresentem nenhum tipo de risco a saúde humana. Já trigos com umidade inferior a 11% não são desejáveis, visto que, os grãos muito secos podem quebrar-se com maior facilidade já na fase de transporte, bem como a dificuldade de adequá-lo à umidade ideal de moagem, necessitando de maior quantidade de água e maior tempo de descanso. Por outro lado, trigos com umidade acima de 14% devem ter cuidado redobrado no armazenamento, para não apresentarem desenvolvimento de microrganismos, fungos e até mesmo do brotamento dos grãos (POSNER e HIBBS, 1999).

Para detectar danos que a germinação causa no grão do trigo ainda na espiga é feito o número de queda, onde é avaliada a atividade da enzima alfa-milase, quanto menor o número de queda, maior é a atividade da enzima e, quanto maior o número de queda, menor é a atividade da alfa-milase. Este parâmetro é importante pois ele é um dos fatores considerados quando a farinha é destinada para a fabricação de produtos panificáveis (FANORI *et al*, 2002).

Segundo Costa (2013), conforme a destinação que a farinha tem na indústria, alguns parâmetros são mais importantes que outros na hora de avaliar a qualidade do grão. Algumas indústrias já vêm trabalhando junto ao fornecedor, onde o agricultor cultiva um determinado genótipo de trigo para atender sua necessidade, ganhando assim, tempo e tendo produtividade mais assertiva (CONAB, 2017).

3.3 Qualidade tecnológica da farinha de trigo

No Brasil a qualidade da farinha de trigo é regida pela instrução normativa N° 8/2005 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), onde deve ser produzida a partir de grãos de trigo *Triticum aestivum*, por meio de moagem, trituração ou mesmo outros tipos de processos e tecnologias (BRASIL, 2005). E como em outros países o grão de trigo tem suas normas para classificação, com a farinha de trigo não é diferente. Na Figura 3, uma comparação foi feita para mostrar como a farinha é classificada conforme a legislação de cada país.

Figura 3: Comparativos das classificações da farinha de trigo

Comparativo de farinhas					
Teor de cinzas	Teor de proteínas	Tipos de farinhas			
		Brasil	Estados Unidos	Itália	França
0,45%	9,0%	-	Cake flour	-	Tipo 45
0,55%	9,0%	-	Pastry flour	Tipo 00	Tipo 55
0,65%	11%	-	All-purpose	Tipo 0	Tipo 65
0,75%	11%	Tipo 1	-	-	Tipo 80
0,80%	12%	Tipo 2	Bread flour	Tipo 1	-
1,0%	12%	-	-	Tipo 2	Tipo 110
1,5%	13%	Integral	Whole wheat flour	Integral	Tipo 150

PratoFundo.com

No Brasil como em alguns países como os Estados Unidos, qualidade da farinha de trigo está atrelada a dois fatores distintos: qualidade do grão que a deu origem e os processos de moagem a qual é submetida. Quanto ao grão, sua qualidade está relacionada com o genótipo cultivado e seu desenvolvimento nas condições de clima, solo, ataque de pragas ou doenças que podem refletir na cor, conteúdo de cinzas e na quantidade e qualidade das proteínas na farinha. Com relação ao processamento, os fatores que podem interferir são o amido danificado, granulometria de farinha e a atividade de alfa-milase, onde podem ser controlados através dos devidos ajustes nos rolos de moagem e na escolha da mescla dos trigos para compor a farinha final (MONTENEGRO e ORMENESE, 2006; PRABHASANKAR *et al*, 2000).

Segundo Gutkoski e Neto (2002), qualidade da farinha de trigo está associada à sua força, ou seja, a sua ausência ou presença, vai destinar o uso final. Essa força está relacionada com a capacidade maior ou menor que a farinha tem ao ser submetida a mistura de água e ação mecânica, bem como a capacidade de absorção de água pelas proteínas gliadinas e gluteninas, que são formadoras do glúten, aliado a capacidade de retenção do gás carbônico gerado na fermentação de produtos panificáveis.

Pela grande diversidade de farinhas que podem ser obtidas através da moagem dos grãos de trigo, faz-se necessário a utilização de equipamentos que possam medir as propriedades reológicas da farinha, como elasticidade, extensibilidade e absorção de água, como farinógrafo, alveógrafo e extensógrafo (DOBRSZCZYK e MORGENSTERN, 2003). A qualidade final da farinha é obtida através do teste de panificação, onde os resultados das análises reológicas, são usadas para avaliar o potencial e o desempenho da farinha e pressupor seu comportamento no cliente final, assim, uma avaliação conjunta de todos os resultados reológicos e panificáveis podem ser usados para definir mais assertivamente no uso final da farinha de trigo (CALDEIRA *et al*, 2000).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização das amostras

Todas as amostras avaliadas foram recebidas e moídas em um moinho localizado no município de Cascavel, no Estado do Paraná, Brasil, que recebe grãos de trigo secos, de diferentes locais de produção, como do Estado do Rio Grande do Sul e do Paraná, ambos do Brasil. Os dados avaliados neste trabalho foram provenientes do banco de dados do moinho, onde as análises foram realizadas entre os anos de 2014 e 2018, totalizando 5 anos. Todas as amostras foram consideradas da classe Trigo Pão, segundo a Normativa 38 (Brasil, 2010).

As amostras foram caracterizadas por análises físico-químicas e reológicas. Para isso, foi determinada a umidade do grão, pelo método de reflectância no infravermelho próximo (NIR), conforme o método 44 – 15A (AACC, 2000). Foi determinado o peso hectolitro (PH), em balança hectolétrica com capacidade de ¼ de litro, em cinco repetições (Santos *et. al.* 2015).

Para simular a moagem industrial, foi realizada a moagem experimental conforme descrito no método 26 – 10A (AACC, 2000). A umidade da farinha foi determinada pela perda do peso original da amostra, utilizando-se 2g de farinha, em estufa a 130°C, durante 1h, conforme o método 44-15.02 (AACC, 1999).

O Índice de Queda (*Falling Number* - FN) foi obtido conforme método nº 56-81.03 (AACC, 1999) e do manual do equipamento, expresso em segundos (s). A determinação do teor de glúten úmido foi determinada conforme método 38-12.02 AACC (2000), por meio da lavagem de 10g da farinha de trigo com solução de cloreto de sódio a 2%, utilizando-se o aparelho Glutomatic Perten, seguido por centrifugação, com os resultados expressos em porcentagem (%).

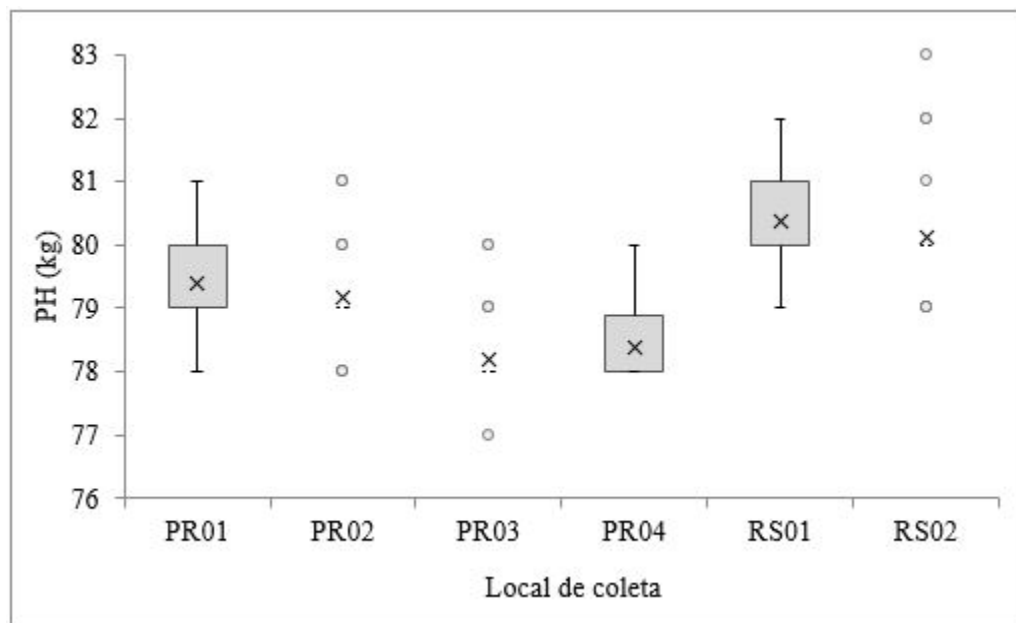
A Alveografia foi realizada no alveógrafo da marca Chopin, utilizando o método nº 54-30.02 da AACC (1999), através de uma massa elaborada da pesagem de 250g de farinha e o volume de solução salina (2,5%) baseada na umidade inicial da farinha. Os parâmetros obtidos nos alveogramas foram: tenacidade (P) extensibilidade (L) expressos em milímetros e energia de deformação da massa (W) expressa em 10^{-4} J.

4.2 Análise estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente de forma descritiva e discriminativa. Para as análises descritivas foi utilizado o *software* livre *Xrealstats* para Excel, e a análise dos componentes principais (ACP), matriz de distâncias, ANOVA e o teste de diferença de médias, pelo teste de Tukey, foram realizados usando o *software* livre PAST 4.03.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados apresentados na Figura 4, pode-se considerar que todos os grãos de trigo investigados no presente trabalho foram considerados Tipo 1, conforme estabelecido na Instrução Normativa 38/2010 (Brasil, 2010), onde grãos acima de 78kg/hL, são classificados como Tipo 1. Pode-se observar que houve poucas variações, como para as amostras PR01, PR04 e RS01, sendo que para as demais, não foi possível observar os valores máximos e mínimos, devido à proximidade dos dados. O PH é utilizado pela indústria e pelo triticultor como um parâmetro de qualidade do grão do trigo, bem como a resistência a pragas e doenças e ao potencial produtivo (Guarienti, 1996). Segundo Battisti *et. al.* (2011), o PH é um importante parâmetro de qualidade para seleção de sementes de trigo, porém, necessita de outros parâmetros, como da dureza e do conteúdo de proteínas, para se certificar que o grão que possui PH acima de 78Kg/hl, seja selecionado para semente de uma nova safra, ou destinado à moagem para a fabricação de farinha.



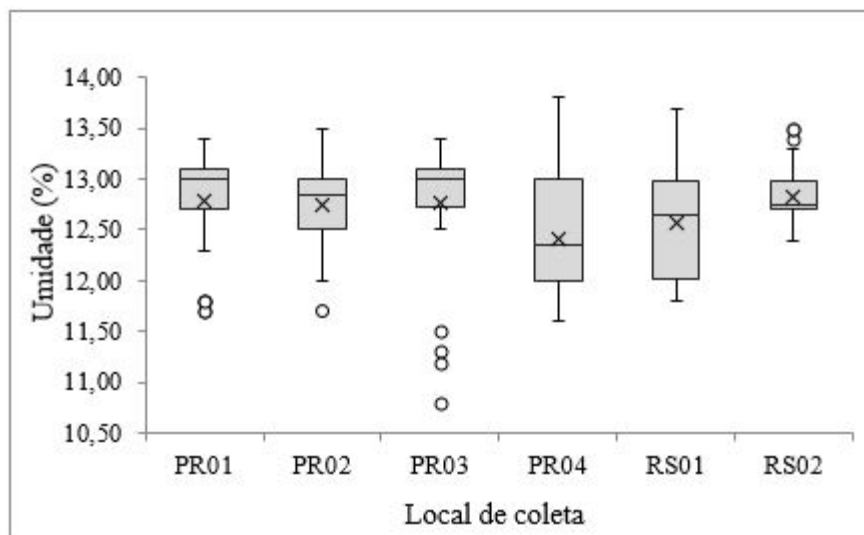
Fonte: Os autores.

Figura 4: Peso hectolitro (PH), apresentado pela análise Boxplot, dos grãos de trigo oriundos de diferentes locais do Estado do Paraná (PR01, PR02, PR03 e PR04) e Rio Grande do Sul (RS01 e RS02), entre os anos de 2014 e 2018, totalizando 30 análises. O símbolo “x” nas colunas representa a média.

O grão de trigo quando colhido dentro de boas condições climáticas, apresenta umidade média entre 16 e 18 % que, conforme relatado por Elias *et. al.* (2009), grãos obtidos dentro dessa umidade e secos por meio de secadores com condições de temperatura controlada, apresentaram melhor qualidade tecnológica e melhor conservabilidade, quando comparados a

grãos colhidos com umidade de 14% e secos na própria planta. Uma umidade abaixo de 10% não é interessante, para a indústria moageira, pois aumentaria o conteúdo de água a ser usado no processo e, por consequência, o tempo de descanso para o grão, no silo, acarretando em aumento dos custos do processamento e menor extração de produto (Antunes, 2016).

Pode-se observar na Figura 5 que a umidade média dos trigos recebidos foi 12,77%, variando de 11,60% a 13,80%, sendo que a maior parte das amostras analisadas apresentaram umidade entre 12% e 13%. Como a umidade máxima permitida para armazenamento dos grãos no Brasil é de 13% (Brasil, 2001), pode-se verificar que algumas amostras estavam um pouco acima deste valor, embora nenhuma tenha alcançado 14%, mas que pode ser devido a técnica utilizada para a determinação de umidade, pois trata-se de uma medida indireta, onde há necessidade de comparação com método de referência e por ser uma técnica considerada de baixa sensibilidade (Jamrógiewicz, 2012).



Fonte: Os autores

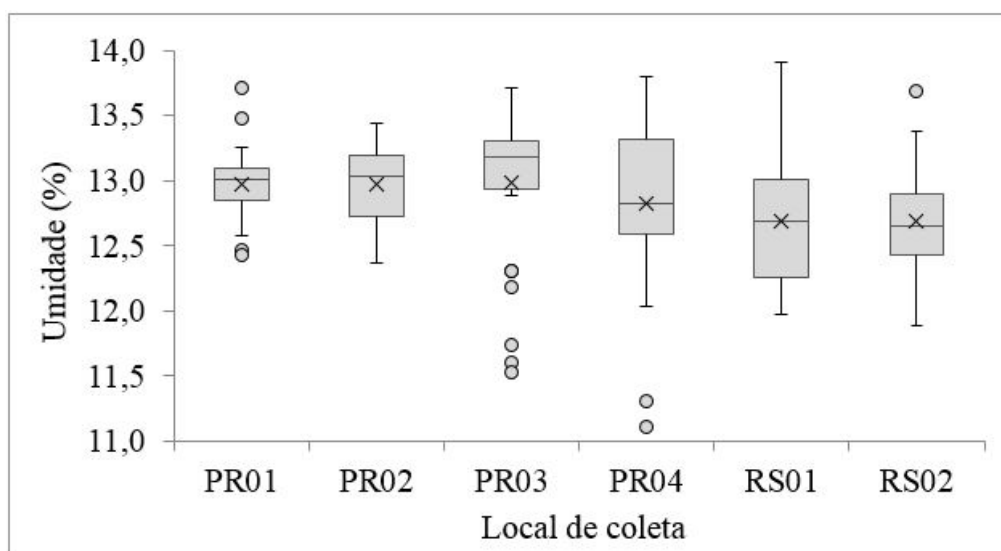
Figura 5: Umidade (%), representada pela análise Boxplot, dos grãos de trigo oriundos de diferentes locais do Estado do Paraná (PR01, PR02, PR03 e PR04) e Rio Grande do Sul (RS01 e RS02), entre os anos de 2014 e 2018, totalizando 30 análises. O símbolo “x” nas colunas representa a média.

Como pode ser observado na Figura 6, todas as amostras de farinha de trigo foram consideradas adequadas, pois a legislação brasileira estabelece como limite máximo 15% de umidade (Brasil, 2005), e nenhuma amostra ultrapassou este valor. No trabalho de Silva *et. al.* (2010), foi relatado que durante seus quatro tempos de armazenamento a umidade da farinha manteve-se entre 11,28 e 12,58%, demonstrando a importância de um armazenamento

adequado, ou seja, em local seco e ao abrigo da luz. No trabalho de Marathe *et. al.* (2002), verificou em seu estudo um aumento na umidade da farinha irradiada depois de três meses de armazenamento, o que segundo os autores, foi causada pela permeabilidade da embalagem na qual a farinha de trigo foi acondicionada. Quando a farinha sai do processo fabril, ela está sujeita ao ambiente onde ficará armazenada até chegar ao seu uso final, demonstrando que o ambiente de armazenamento, o tipo de embalagem, assim como todo o processo, precisa de atenção para que a farinha tenha uma vida de útil adequada.

A umidade da farinha também é fator importante quando se trata das condições microbiológicas. Hemery *et. al.* (2020), relataram que, dependendo das condições ambientais onde a farinha será armazenada, a embalagem a ser escolhida precisa ser levada em consideração, a fim de evitar condições favoráveis de proliferação de micro-organismos contaminantes, como *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella sp.* Logo, os limites de umidade são importantes para conservação do trigo e da farinha de trigo e para a respectiva comercialização (Embrapa Trigo, 2009).

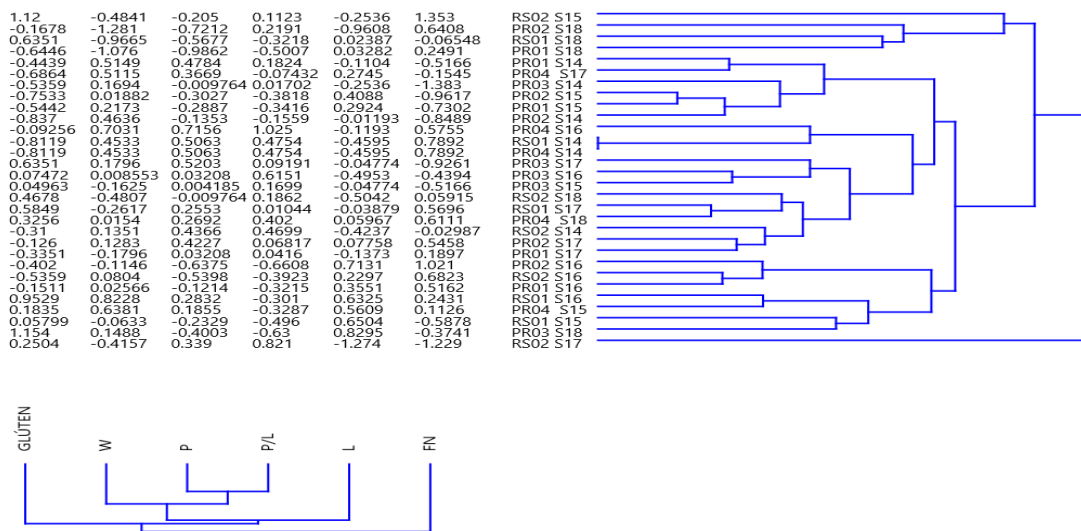
Cabe ressaltar que a moagem do grão de trigo praticamente não tem impacto sobre os aspectos microbiológicos da farinha, portanto, a qualidade do grão de trigo terá maior influência na qualidade final e na segurança dos produtos finais (Sabillon; Bianchini, 2016).



Fonte: Os autores

Figura 6: Umidade representada pela análise Boxplot, da farinha de trigo oriundos de diferentes locais do Estado do Paraná (PR01, PR02, PR03 e PR04) e Rio Grande do Sul (RS01 e RS02), entre os anos de 2014 e 2018, totalizando 30 análises. O símbolo “x” nas colunas representa a média.

Foram analisados os dados padronizados, dos diferentes locais estudados, uma vez que se tratam de variáveis diferentes com diferenças de unidades, entre as safras de 2014 e 2018 para as variáveis: Glúten, W, P, L, P/L e FN pela análise de agrupamentos (Vicini, 2005), conforme apresentado na Figura 7. A análise mostrou que os dados apresentaram uma distribuição aleatória, logo, não se pode afirmar que a variabilidade das amostras se deu por influência do clima, ou das características do local da produção, como tipo de solo, temperatura, precipitação, entre outros fatores que poderiam afetar a qualidade do trigo, pois não foi verificado nenhum grupamento que explicasse tal hipótese. Fano (2015), em seu estudo, obteve resultados inconclusivos na aplicação de enxofre, no cultivo, para a qualidade industrial do trigo, devido as condições climáticas como a precipitação, pluviometria e incidência de geadas, que ocorreram durante o experimento. Boschini (2010), demonstrou que a aplicação de diferentes doses de nitrogênio e de lâminas de água na cultura do trigo, influenciou significativamente em algumas das variáveis que estava analisando, peso hectolitro (PH), energia na deformação da massa (W) e no número de queda (FN). Logo, esses autores abordam que a qualidade do trigo é influenciada tanto pelo clima, quanto pelo tipo de cultivo, demonstrando a dificuldade de se encontrar uma tendência nos resultados.



Fonte: O autor.

Figura 7: Dendrograma da matriz de distâncias (distância Euclidiana), pelo método de agrupamento por ligação simples. No dendrograma a escala vertical indica o nível de similaridade, e no eixo horizontal são marcados os indivíduos, na ordem em que são agrupados. As linhas verticais partem dos indivíduos, e têm altura correspondente ao nível em que os indivíduos são considerados semelhantes.

O Coeficiente de correlação da análise de matriz de distâncias foi de 0,8865, com intervalo de confiança de 95%. Para as variáveis analisadas se percebeu uma similaridade entre a capacidade de absorção de água (P) e a relação P/L, estas se relacionaram com a força (W), sendo que este grupamento estava relacionado com a extensibilidade (L) e todos apresentaram relação com o glúten. Embora todas as variáveis avaliadas apresentassem algum tipo de conexão, o FN (número de queda) foi o que mais se distanciou das demais variáveis.

A fim de determinar se havia diferença entre as variáveis estudadas, realizou-se teste de diferença de médias, pelo teste de Tukey, levando-se em consideração as 30 análises realizadas para cada ponto de coleta, ao longo dos 5 anos. Como pode ser observado na Tabela 3, as variáveis W, P, L e P/L não apresentaram diferença estatística, a 95% de confiança, mostrando que as variáveis significativas, para esta análise, foram o teor de glúten e o FN. Para o FN as amostras PR01 ($285,53 \pm 21,56$) e PR02 ($289,4 \pm 27,31$) apresentaram médias significativamente iguais entre si ($p > 0,05$). A PR03 ($266,73 \pm 26,63$) apresentou média significativamente menor e diferente ($p < 0,05$) da amostra PR02. As amostras PR04 ($298,03 \pm 19,61$), RS01 ($291,47 \pm 27,61$) e RS02 ($291,87 \pm 34,60$) foram consideradas estatisticamente iguais ($p > 0,05$), mas apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) da amostra PR03, devido a apresentarem médias significativamente maiores. Mesmo que os dados de FN apresentaram diferença estatística, os valores encontrados nas amostras de farinha foram considerados de ótima qualidade, pois se encontrou entre 200 a 350s (PERTEN INSTRUMENTS, 2020).

Para o teor de glúten foi possível observar que as médias de PR01 ($27,69 \pm 1,50$), PR02 ($27,62 \pm 1,80$), PR04 ($28,10 \pm 1,73$) e RS02 ($28,93 \pm 1,87$) foram significativamente iguais entre si ($p > 0,05$), e foram as que apresentaram as menores médias. A média de PR03 ($29,08 \pm 2,29$) se diferenciou significativamente ($p < 0,05$) das amostras PR01 e PR02, por apresentar média maior e a amostra RS01 ($29,78 \pm 1,83$) se diferiu significativamente ($p < 0,05$) das amostras PR01, PR02 e PR04, pelo mesmo motivo. Na panificação, o glúten tem como função reter os gases produzidos durante o processo de fermentação, fazendo assim que o pão tenha um volume satisfatório. Segundo Gutkoski (2007), a principal característica que uma farinha destinada para panificação precisa ter é uma estrutura em forma de rede, para que a mesma retenha os gases que se formam durante a fermentação e, assim, haja o crescimento dos pães. Quando o glúten formado for considerado forte, ou pouco extensível, ele gera um pão denso e sem volume, já se for considerado fraco, o pão produzido apresenta muitos buracos, já que

não tem resistência e a rede de glúten acaba se rompendo com os gases da fermentação (Cauvain e Young, 2009). Por isso, avaliar o teor de glúten se torna necessário.

No entanto, as diferenças observadas para os valores de FN e de glúten não puderam ser determinadas pela origem das amostras, corroborando com os resultados apresentados anteriormente, pela análise de agrupamentos (Figura 4).

Tabela 3: Média dos resultados das análises de *Falling number* (FN), teor de glúten e alveografia: tenacidade (P) extensibilidade (L), energia de deformação da massa (W) e relação P/L da farinha de trigo provenientes de diferentes locais do Estado do Paraná (PR01, PR02, PR03 e PR04) e Rio Grande do Sul (RS01 e RS02), entre os anos de 2014 e 2018, totalizando 30 análises.

Variáveis	PR01	PR02	PR03	PR04	RS01	RS02
FN	285,53±21,56 ^{a,b,c}	289,4±27,31 ^{a,b}	266,73±26,63 ^c	298,03±19,61 ^b	291,47±27,61 ^b	291,87±34,60 ^b
Glúten	27,69±1,50 ^a	27,62±1,80 ^a	29,08±2,29 ^b	28,10±1,73 ^{a,b}	29,78±1,83 ^{b,c}	28,93±1,87 ^{a,b,c}
W	287,57±54,61 ^a	284,77±43,62 ^a	295,77±39,15 ^a	315,03±35,61 ^a	290,30±54,71 ^a	281,07±56,60 ^a
P	93,67±9,45 ^a	92,50±10,64 ^a	96,13±11,38 ^a	100,67±11,47 ^a	95,67±11,65 ^a	95,83±15,53 ^a
L	111,5±16,60 ^a	110,73±17,66 ^a	109,83±19,61 ^a	111,07±23,41 ^a	114,60±12,29 ^a	101,60±19,21 ^a
P/L	0,85±0,16 ^a	0,86±0,18 ^a	0,93±0,33 ^a	1,00±0,49 ^a	0,85±0,14 ^a	0,98±0,26 ^a

Fonte: Os autores

Optou-se por tratar os dados padronizados da farinha de trigo, também pela aplicação da Análise dos Componentes Principais (ACP) onde, por combinações lineares das variáveis originais, dá-se a redução dos dados (Beebe; Pell; Seasholtz, 1998). Soeiro et al (2010), obtiveram bons resultados fazendo a aplicação da ACP na investigação da qualidade de farinhas de trigo e milho, composta por uma matriz de 30 linhas (amostras) e 7 colunas (variáveis), onde ficou clara a diferença da composição entre elas e que o tipo de embalagem utilizada para o armazenamento das farinhas poderia influenciar na quantidade das vitaminas analisadas.

Como pode ser observado na Tabela 4, será necessário utilizar os três primeiros componentes principais, onde CP1, CP2 e CP3 representam 38,085%, 30,721 e 25,736% respectivamente, apresentando uma variância total de 94,542%. Pode-se, portanto, considerar que o modelo da ACP foi eficiente, uma vez que englobou mais de 70% da variância dos dados nos primeiros componentes (Vicini e Souza, 2005). Além disso, pelo critério Kaiser-

Gutman, o modelo também foi considerado satisfatório, uma vez que os três primeiros componentes principais (CP1, CP2 e CP3) apresentaram autovalores maiores que 1, de 3,01302, 2,43041 e 2,03603, respectivamente (Tabela 4) (PATIL *et al.*, 2008).

Tabela 4: Matriz das variáveis *Falling number* (FN), teor de glúten e alveografia: energia de deformação da massa (W), tenacidade (P), extensibilidade (L), e relação P/L da farinha de trigo, provenientes de diferentes locais do Estado do Paraná (PR01, PR02, PR03 e PR04) e Rio Grande do Sul (RS01 e RS02), entre os anos de 2014 e 2018, totalizando 30 análises.

PC	Autovalor	%Variância
1	3,01302	38,085
2	2,43041	30,721
3	2,03603	25,736
4	0,32391	4,0943
5	0,10788	1,3636
6	0,08875	0,0031

Fonte: Os autores

A necessidade de utilizar os três primeiros eixos principais nesta análise expõem que há uma grande variabilidade nos parâmetros avaliados, que podem ser atribuídos a alguns fatores como às variações climáticas nos diferentes anos analisados, por exemplo, em 2016 o cultivo sofreu influência da La Niña, que trouxe um clima com menos umidade e excesso de chuvas, favorecendo as condições para a triticultura na região sul do Brasil, pois resulta em menor incidência de doenças fúngicas e problemas com grãos no pós-colheita, resultado em grãos de ótima qualidade e maior rendimento ao triticultor, mesmo com a redução da área plantada neste mesmo ano (Antunes, 2016). Outros fatores que podem ser considerados são a vasta variedade de cultivares para o trigo pão e a interação que sofre ainda no campo, com as condições de solo de cada região produzida, ataque de pragas, manejo, modo de colheita, armazenagem e moagem, onde pode resultar em diferentes valores para a quantidade e qualidade (força) do glúten e número de queda (Macritchie 2016). No entanto, todas as farinhas avaliadas no presente trabalho foram moídas e armazenadas sob as mesmas condições, logo, estas variações não podem ser explicadas por estes parâmetros, podendo ser explicadas, provavelmente, pelas variações climáticas, de cultivo e do tipo de solo.

Como pode ser observado na Tabela 5, as variáveis mais representativas do eixo 1 foram W e P, no eixo 2 P/L e no eixo 3 FN e L e o glúten não está representado em nenhum dos três primeiros CP, logo, não foi uma variável representativa para esta análise. A alveografia é uma análise que avalia algumas variáveis que são importantes quando se trata de produtos panificáveis, a variável P, demonstra a resistência da massa e pode ser correlacionada a quantidade de água absorvida pela mesma, o excesso de resistência ou de tenacidade, como também é chamada, podendo influenciar no desenvolvimento pleno da massa. Quando se adiciona água mais uma força mecânica na farinha, ela demonstra sua força (W) para realizar essa tarefa, que se associa a capacidade de absorção da água (P) e a extensibilidade (L), que juntas, definem produtos de panificação com bom volume e boa textura (Módenes; Silva; Trigueros, 2009). Já a variável L indica a capacidade de extensibilidade da massa sem que ela se rompa e está ligada com o volume no processo fermentativo e a relação entre elas, o P/L, precisa ter um equilíbrio, pois o produto final está ligado fortemente a esta relação de resistência com extensibilidade (Germani, 2008).

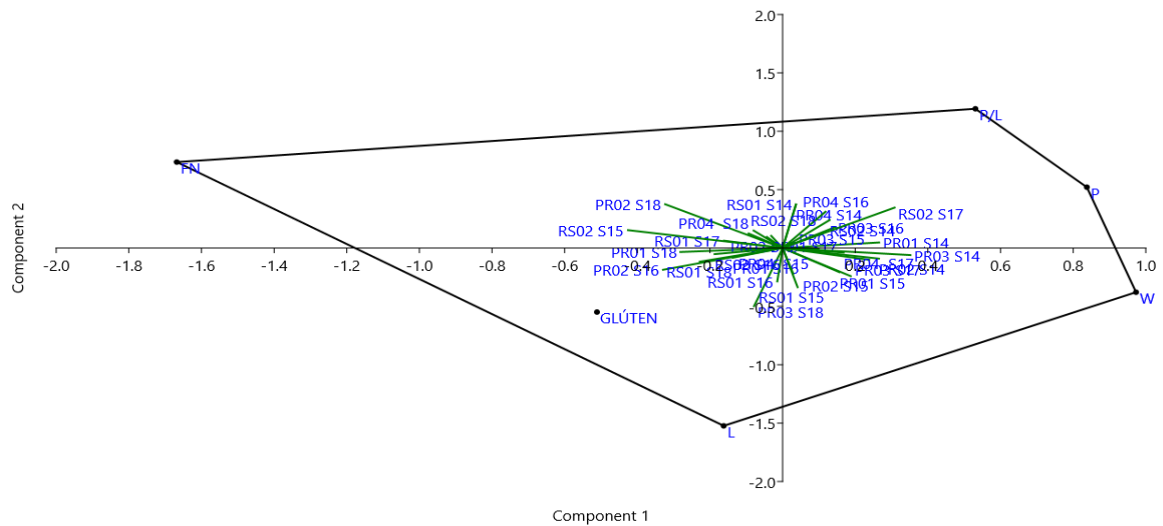
Tabela 5: Contribuição de cada variável aos três primeiros componentes principais.

PC	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
FN	-1,6681	0,73631	0,83527
GLÚTEN	-0,51109	-0,54839	-1,7935
W	0,97304	-0,37869	0,80047
P	0,83755	0,52114	-0,015561
L	-0,16214	-1,523	0,55014
P/L	0,53074	1,1927	-0,37682

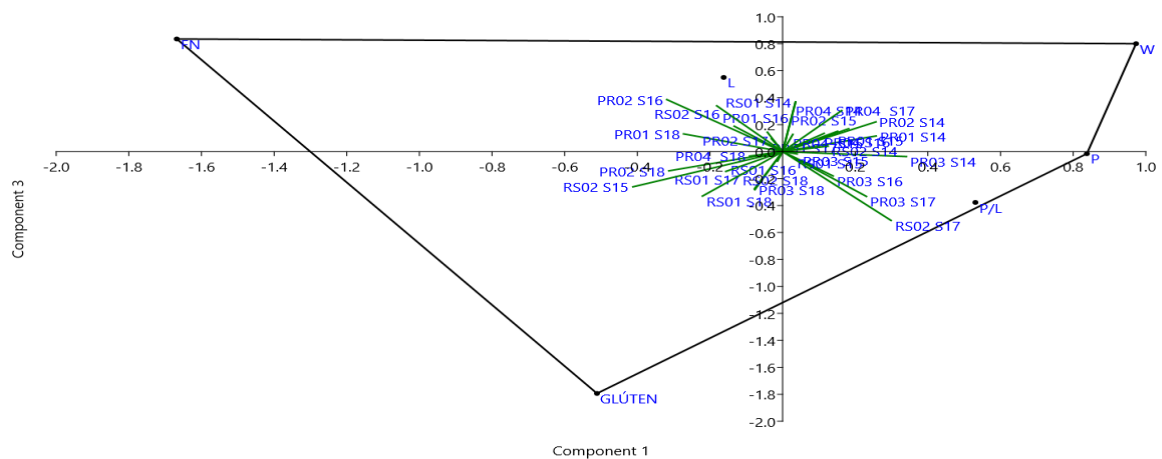
Fonte: Os autores

Com base nos resultados apresentados na Figura 8, pôde-se verificar uma relação entre a variável força (W), capacidade de absorção de água (P) e a relação P/L, mas que se contrapõem as variáveis extensibilidade (L) e FN. No CP1 é onde se localizam as variáveis mais representativas (80%), pode-se sugerir, então, que a relação de equilíbrio entre P/L foi uma das mais representativas, junto com P e W. Visto que essas variáveis, são resultados de uma simulação do comportamento da massa durante a fermentação, portanto, essas variáveis (W, P, L e P/L) estão relacionadas entre si (Zardo, 2010).

O FN é utilizado para determinar a atividade enzimática da alfa-amilase, que está fortemente ligada a fatores como: a germinação do grão, ainda no campo, ou a síntese da enzima durante a maturação do grão já colhido (Xu *et. al.* 2007).



(a)



(b)

Fonte: Os autores

Figura 8: Análise dos componentes principais - Biplot: (a) do Eixo 1 (Componente 1) e Eixo 2 (Componente 2); (b) do Eixo 1 (Componente 1) e Eixo 3 (Componente 3), das farinhas de trigo processadas com trigos oriundos de diferentes locais do Estado do Paraná (PR01, PR02, PR03 e PR04) e Rio Grande do Sul (RS01 e RS02), entre os anos de 2014 e 2018, totalizando 30 análises.

Além disso, a atividade enzimática de uma farinha, tem importância para a indústria, visto que tem influência direta sobre o produto final a ser produzido, permitindo estimar a capacidade da fermentação da massa para a panificação. Quando a atividade enzimática se encontra entre 200 a 350 segundos o pão deve apresentar miolo firme, textura macia e grande volume, sendo valores ideais para a panificação. Já pães produzidos com uma farinha onde a atividade enzimática for alta (menor que 200 s) ou baixa (maior que 350 s) tendem a apresentar volume reduzido e características externas e internas não desejáveis (Perten Instruments, 2020). A matriz de distâncias, apresentada na Figura 4, já havia demonstrado que glúten e FN se distanciavam das demais. Na ACP o FN se localizou no CP3, mostrando que, das variáveis significativas, foi uma das que menos influenciou na qualidade das farinhas analisadas, juntamente com a variável extensibilidade (L).

Cabe ressaltar que a indústria moageira faz o uso da técnica de mescla de trigos ou de farinhas com diferentes teores de glúten e FN, ou o uso de enzimas, a fim de alcançar parâmetros desejáveis. Logo, acredita-se que este trabalho contribuiu para encontrar onde estavam as divergências entre as variáveis que determinaram a qualidade da farinha de trigo, a fim de dar um norte para a indústria para buscar respostas mais assertivas diante das dificuldades impostas quando há necessidade de atender as especificações particulares do mercado, visto que a legislação vigente, somente determina os valores ideais ou recomendados.

6 CONCLUSÃO

Com relação aos resultados encontrados para o grão de trigo, observou-se que o PH, mesmo apresentando pequenas variações entre as amostras, encontrava-se dentro do que preconiza a legislação vigente. Já os resultados para a variável umidade do grão, algumas amostras estavam um pouco acima do que a legislação permite, logo a indústria precisa estar atenta para possíveis problemas com o armazenamento.

Não foi possível determinar uma tendência para as variações, como influência da safra ou do local de origem, uma vez que todas as variáveis analisadas apresentaram similaridade entre si. Na aplicação da ACP, os resultados apresentados demonstraram que a variável glúten não foi explicada entre os três primeiros CP, e o FN se localizou no CP3. Logo, as variáveis que mais influenciaram na qualidade da farinha do trigo avaliado foram W, P, L e P/L, embora a farinha tenha sido considerada de boa qualidade para ser utilizada em produtos de panificação.

REFERÊNCIAS

AACC - **American Association Of Cereal Chemists**. Approved Methods Of The Aacc.8 Ed.Saint Paul: Aacc, 1999.

AACC - **American Association Of Cereal Chemists**. Approved Methods Of The Aacc.8 Ed.Saint Paul: Aacc, (2000).

ABITRIGO. **Associação Brasileira do Trigo**. Estatísticas. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/categoria-estatisticas/trigo/>. Acesso em: 27 de dezembro de 2020.

ABITRIGO. **Associação Brasileira do Trigo**. Raio X da cadeia do trigo e dos moinhos brasileiros. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/conhecimento/conhecimento-raio-x>. Acesso em: 27 de dezembro de 2020.

AMORIM, A. G.; SOUSA, T. A.; SOUZA, A. O. **Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora**. Congresso norte e nordeste pesquisa e inovação. Tocantins, 2012.

ANTUNES, J. M. **Clima Favorável Para O Trigo Na Região Sul**. Notícia/12132979-Embrapa. 2016.

ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. P. **Doença Celíaca, Hábitos E Práticas Alimentares E Qualidade De Vida.**; Revista De Nutrição Campinas, V. 23, N. 3, P. 467-474, 2010.

BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; BUSANELLO, C.; SCHWERZ, L. **Eficiência Do Uso Da Massa Hectolitro Como Teste Rápido De Vigor De Semente De Trigo (Triticum Aestivum)**. Revista Da Fzva. Uruguaiana, V.18, N. 1, P. 125-135. 2011.

BEEBE, K. R.; PELL, R. J.; SEASHOLTZ, M. B. **Chemometrics: a practical guide**. New York: John Wiley&Sons. 1998.

BOSCHINI, A. P. M. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal**. Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2010.

BRASIL, MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 8, de 03 de junho de 2005**. Brasília, DF. 2005.

BRASIL, MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 38, de 30 de novembro de 2010**. Brasília, DF. 2010.

BUSHUK, W. **Flour Proteins: Structure And Functionality In Dough And Bread**. Cereal Foods World, V. 30, N. 7, P. 447-451. 1985.

CALDEIRA, N. Q. N.; LIMA, Z. L. A.; SEKI, A. R.; RUNJANEK, F. D. **Diversidade de trigo, tipificação de farinhas e genotipagem**. Revista Biotecnologia Ciência Desenvolvimento. Brasília, 2000.

CARNEIRO, L. M. T. A.; BIAGI, J. D.; FREITAS, J. G. de; CARNEIRO, M. C.; FELÍCIO, J. C. **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.

CAUVAIN EYOUNG, S. P. **Tecnologia da Panificação.** 2 Ed. Editora Manole. 2009.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do trigo** / organizadores Aroldo Antonio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos. – Brasília: Conab, 2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Trigo Análise Mensal – Junho 2020.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/13911-trigo-analise-mensal-junho-2020>. Acesso em 25 de agosto de 2020.

COSTA, M.G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. **Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas. 2008.

DOBRSZCZYK, B. J.; MORGENSTERN, M. P. **Rheology and the breadmaking process.** *Journal of Cereal Science*, 2003.

FANO, A. **Fontes de enxofre e manejo de nitrogênio na produtividade e qualidade industrial de trigo.** UTFPR. Pato Branco. 2015.

FANORI, L. R. D.; BERBERT, P. A.; MARTINAZZO, A. P.; COELHO, E. M. **Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2002.

FRANCESCHI, L. et al. **Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica do trigo.** *Ciência Rural*, v. 39, n. 5, p. 1624-1631. 2009.

GERMANI, R. **Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliação de suas qualidades.** Embrapa – Laboratório de análise de trigo. Rio de Janeiro. 2008.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade Industrial De Trigo.** Passo Fundo: Embrapa-Cntp. 1996.

GUTKOSKI, L. C. et al. **Características Tecnológicas de Genótipos de Trigo (*Triticum aestivum* L.) Cultivados no Cerrado.** *Ciência Agrotecnologia*, v.31, p. 786-792. 2007.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; SILVA, A. C. T.da; ELIAS, M.C.; **Efeito do período de maturação de grãos nas propriedades físicas e reológicas de trigo.** *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(4): 888-894, out.-dez. 2008.

GUTKOSKI, L. C.; NETO, R. J. **Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão de forma.** *Sciência Rural*. Santa Maria. 2002.

HEMERY, Y. M. FONTAN, L. LAILLOU, A. JALLIER, V. MOENCH-PFANNER, R. AVALLONE, S. BERGER, J. **Influence Of Storage And Packaging Conditions Of Fortified Wheat Flour On Microbial Load And Stability Of Folate And Vitamin B12.** *Food Chemistry*. 2020.

JAMRÓGIEWICZ, M. **Application of the near-infrared spectroscopy in the pharmaceutical technology.** Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, v. 66, p. 1–10. 2012.

LARANZINI, D. P.; **Controle de qualidade aplicado a farinha de trigo panificável produzida em moinhos do estado do Paraná.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Francisco Beltrão, 2015.

LÉON, A. E. **De Tales Harinas, Tales Panes: Granos, Harinas Y Productos De Panificación Em Iberoamérica.** Córdoba: Hugo Báez, 2007.

MACRITCHIE, F. **Seventy years of research into breadmaking quality.** Journal of Cereal Science, v. 70, p. 123–131. 2016.

MANDARINO, J. M. G. **Componentes do trigo: características físico-químicas, funcionais e tecnológicas.** Londrina: Embrapa-cnps. 1994.

MARATHE, S. A. et al. **Extension of shelf-life of whole-wheat flour by gamma radiation.** International Journal of Food Science & Technology. v. 37, n. 2, p. 163-168. 2002.

MÓDENES, A. N.; SILVA, A. M. da; TRIGUEROS, D. E. G. **Avaliação das propriedades reológicas do trigo armazenado.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas. 2009.

MONTENEGRO, F. M.; ORMENESE, R. C. S. C. **Avaliação da qualidade tecnológica da farinha de trigo: conceito.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2006.

PATIL, V. H.; SINGH, S. N.; MISHRA, S.; DONAVAN, D. T. **Efficient theory development and factor retention criteria: Abandon the ‘eigenvalue greater than one’ criterion.** Journal of Business Research, 61(2), 162-170. (2008).

PERTEN INSTRUMENTS. **Falling Number.** Disponível Em: <https://www.perten.com/Products/Falling-Number/>. Acesso Em 15 de Janeiro. 2020.

PINHEIRO, V. J. F.; BARBOSA, I. C. da C.; CARDOSO, D. F. S. R.; ROSA, R. M. S. S.; SANTOS, L. P.; NETO, A. M. **Avaliação da qualidade de três marcas de farinha de trigo tipo 1 comercializadas em Belém do Pará, Brasil.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento. v. 9. n.8. 2020.

POMERANZ, Y. **Wheat chemistry and technology.** 3 Ed St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1988.

POSNER, E. S.; HIBBS, A. N. **Wheat flour milling.** 2 ed. st. Paul AACC, 1999.

PRABHASANKAR, P.; SUDHA, L. M.; RAO, H. P. **Quality characteristics of wheat flour milled streams.** Food Research International, 2000.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnologia de la panificación.** 2. Ed. Zaragoza: Acribia, 1991.

SABILLÓN, L.; BIANCHINI, A. **From Field to Table: A Review on the Microbiological Quality and Safety of Wheat-Based Products**. Cereal Chemistry. V. 93, n.2, p. 201-105-115. 2016.

SANTOS, C. M.; NALEVAIKO, F. K. S.; SILVA, P. M. L.; CARVALHO, P. A. P. A.; **Métodos Analíticos Aplicados Pela Granotec/Granolab Ao Trigo E A Farinha De Trigo**. 1º Edição, Curitiba. Granolab Brasil. 2015.

SCHMIDT, D. A. M.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, J. A. G.; BERTAN, I.; VALÉRIO, I. P.; HARTWIG, I.; SILVEIRA, G.; LUIZ CARLOS GUTKOSKI, L. G. **Variabilidade Genética Em Trigos Brasileiros A Partir De Caracteres Componentes Da Qualidade Industrial E Produção De Grãos**. Bragantina, Campinas, v.68, n.1, p.43-52. 2009.

SILVA, R. C. da.; PINO, L. M.; SPOTO, M. H. F.; D'ARCE, M. A. B. R. **Estabilidade Oxidativa E Sensorial De Farinhas De Trigo E Fubá Irrradiados**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 30(2): 406-413, Abr.-Jun. 2010.

SOEIRO, B. T.; BOEN, T. R.; FILHO, E. R. P.; PALLONE, J. A. L.. **Enriched flour quality investigation using Principal Component Analysis (PCA)**. Food Science and Technology. 2010.

VICINI, L.; SOUZA, A.M. **Análise multivariada: da teoria à prática**. Biblioteca central da UFSM, Santa Maria, RS. 2005.

XU, J.; BIETZ, J. A.; CARRIERE, C. V. **Viscoelastic Properties Of Wheat Gliadin And Glutein Suspension**. Food Chemistry., Reading, V. 101, N. 3, P. 1025-1030. 2007.

ZARDO, F. P. **Análises Laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. Trabalho de Conclusão de Curso- Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves. 2010.