

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ELOISI GALINDO FERREIRA

**ESTUDO PARA ESTABELEECER OS PARÂMETROS DE RELAÇÃO
ENTRE O TEOR DE CINZAS E A COLORIMETRIA NA FARINHA DE
TRIGO**

LONDRINA
2019

ELOISI GALINDO FERREIRA

**ESTUDO PARA ESTABELECECER OS PARAMETROS DE RELAÇÃO
ENTRE O TEOR DE SAIS MINERAIS E A COLORIMETRIA NA
FARINHA DE TRIGO**

Dissertação de mestrado, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dra. Lucia Felicidade Dias
Coorientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho.

LONDRINA
2019

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

F383e Ferreira, Eloisi Galindo

Estudo para estabelecer parâmetros de relação entre o teor de sais minerais e a colorimetria na farinha de trigo / Eloisi Galindo Ferreira. - Londrina : [s.n.], 2019.
62 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Lucia Felicidade Dias

Coorientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2019.
Bibliografia: f. 54-62.

1. Trigo. 2. Farinha de trigo 3. Alimentos - Teor mineral. 4. Colorimetria.
I. Dias, Lucia Felicidade, orient. II. Carvalho, Paulo de Tarso, coorient. III.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação
em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

Ficha catalográfica elaborada por Cristina Benedeti Guilhem - CRB: 9/911

FOLHA DE APROVAÇÃO
Título da Dissertação Nº 63

**“ESTUDO PARA ESTABELECEER OS PARÂMETROS DE RELAÇÃO
ENTRE O TEOR DE CINZAS E A COLORIMETRIA NA FARINHA DE
TRIGO”**

por

Eloisi Galindo Ferreira

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Londrina às quatorze horas de 06 de novembro de 2019. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Prof(a). Dr(a). Lúcia Felicidade Dias
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná - Câmpus Londrina
Orientador(a)

**Prof(a). Dr(a). Pedro Henrique Freitas
Cardines**
Centro Universitário Filadélfia - Londrina
Membro Examinador Titular

Prof(a). Dr(a). Marianne Ayumi Shirai
Universidade Tecnológica Federal do
Paraná - Câmpus Londrina
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:

**Prof(a). Dr(a). Alexandre Rodrigo
Coelho**

A folha de aprovação assinada encontra-se arquivada na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, em seguida aos meus pais, namorado e amigos, por todo amor, carinho, compreensão e incentivo nesta etapa tão importante da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos agradecimentos, primeiramente a Deus, por permitir viver mais esta etapa em minha vida, e com muita fé e perseverança consegui concluir o Mestrado. Em seguida veem meus pais, aqueles que sempre me incentivarão a estudar independente de qualquer curso que escolhesse, eles sempre me apoiam, incentivam e me acolhe, sem eles não poderia ter chegado aonde cheguei, e acima de tudo, são meu exemplo de honestidade, caráter, humildade e fé. Aos meus amigos e namorado, pela paciência, dos finais de semana, cansada de estudar e da semana corrida de trabalho. Aos meus colegas de trabalho que sempre estavam perguntando se estava tudo certo, se precisava de ajuda com inglês ou com qualquer outra matéria do mestrado. Gratidão em especial a todos os professores do Mestrado em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Campus Londrina), por sempre passarem o melhor conhecimento possível e por sempre incentivarem o ato de pesquisar, aprender e ensinar. Agradeço imensamente a minha Orientadora Lucia Felicidade Dias e ao coorientador Paulo de Tarso Carvalho, pela atenção e paciência em minha pesquisa. E um agradecimento especial a empresa Moinho Globo Alimentos e ao Sr. Claudio Gonçalves que foi o mentor da ideia de minha pesquisa, me incentivando a dar início ao mestrado, me auxiliando e abrindo as portas para que efetuasse as análises juntamente com as amostras de farinhas que estavam sendo produzidas no momento. Todos foram essenciais nesta jornada de quase 3 anos, obrigada, pelas risadas, aprendizado, ‘puxões de orelha’ e conquistas. Aos novos amigos de sala que sempre me apoiaram e me incentivaram, dando inúmeras ideias de como elaborar minha pesquisa, em especial ao Ivissom Tasso, que ao final de minha pesquisa, foi como um irmão, mesmo longe, ele sempre se mostrou disposto a me ajudar e a me dar uns ‘puxões de orelha’, que confesso que merecia. Estes pequenos agradecimentos representam minha gratidão por mais esta conquista em minha vida.

“Ou diminui seus sonhos, ou aumenta
suas habilidades. A escolha é SUA”.

Jim Rohn

RESUMO

FERREIRA, Eloisi Galindo. **Estudos para estabelecer os parâmetros de relação entre o teor de cinzas e a colorimetria na farinha de trigo**. 2019. 66f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

O processo de moagem para obtenção da farinha de trigo branca pode ser definido como sendo a redução do endosperma à farinha, precedido da separação do farelo e do gérmen. A farinha de trigo é classificada conforme a IN 08/2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e sua qualidade podem ser avaliadas, considerando a umidade, teor de cinzas e proteínas. O teor de cinzas é fortemente influenciado pela extração da farinha, aquela que tem maior grau de extração (ou seja, maior quantidade retirada de endosperma) conseqüentemente apresentará teor de cinza mais alto e influenciará na cor da farinha. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a correlação entre o teor de cinzas e a cor da farinha de trigo. O teor de cinzas (ferro, sódio, potássio, magnésio e fósforo) foi avaliado conforme a metodologia *International Association for Cereal Science and Technology* (ICC). A medida de cor foi realizada com o colorímetro Konica Minolta modelo 'CR-410'. Foram coletadas 292 amostras, as análises realizadas em triplicata, onde seus resultados foram tratados no programa estatístico RStudio, para se obter um modelo matemático para avaliação da correlação entre o teor de cinzas e a cor da farinha, visando aumentar a agilidade das indústrias moageiras. Por meio dos resultados, avaliou-se através do gráfico de dispersão que existe uma forte correlação negativa, isto é, os resultados são inversamente proporcionais assim os dados foram aplicados ao modelo de *Pearson* onde apresentou uma correlação de -0,95%, entre as variáveis cores L^* e Cinzas, em seguida foram aplicados ao modelo de regressão linear para desenvolvimento da equação e com isso foi encontrado o R^2 dos dados, que obteve uma explicação de 91%, deste modo originou a fórmula matemática. Com os resultados encontrados indicam que sim, existe uma forte correlação entre eles e que o modelo matemático encontrado pode ajudar a indústria moageira com uma prévia do resultado de cinzas, porém para algumas tipificações de farinha o modelo matemático não coincide com resultado original (prática), isso se origina devido algumas composições que determinada farinha possui e que esteja com teor de cinzas elevado, sendo evidente também que o genótipo do trigo também influencia assim o modelo matemático fica indicado somente para farinhas mais puras, que possui menos teor de cinzas. Com isso, serão necessários mais estudos para se avaliar a composição das farinhas e seu genótipo.

Palavras-chave: Colorimetria. Cinzas. *Triticum aestivum*.

ABSTRACT

FERREIRA, Eloisi Galindo. **Studies to establish the parameters of the relationship between ash content and colorimetry in wheat flour.** 2019. 66f. Dissertation (Professional Master in Food Technology) - Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2019.

The milling process to obtain white wheat flour can be defined as the reduction of endosperm to flour, preceded by the separation of bran and germ. Wheat flour is classified according to IN 08/2005 of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) and its quality can be evaluated considering moisture, ash content and protein. The ash content is strongly influenced by the extraction of the flour, the one that has the highest degree of extraction (that is, the greater amount of endosperm removed) will therefore have higher ash content and influence the color of the flour. The general objective of this work was to evaluate the correlation between the ash content and the color of wheat flour. The ash content (iron, sodium, potassium, magnesium and phosphorus) was evaluated according to the International Association for Cereal Science and Technology (ICC) methodology. The color measurement was performed with the Konica Minolta model 'CR-410' colorimeter. A total of 292 samples were collected and analyzed in triplicate, where their results were treated in the RStudio statistical program, to obtain a mathematical model to evaluate the correlation between ash content and flour color, aiming to increase the agility of the milling industries. Through the results, it was evaluated through the scatter plot that there is a strong negative correlation, that is, the results are inversely proportional so the data were applied to the Pearson model where it presented a correlation of -0.95%, between Color variables L * and Gray were then applied to the linear regression model for the development of the equation and with this was found the R² of the data, which obtained an explanation of 91%, thus giving rise to the mathematical formula. With the results found indicate that there is a strong correlation between them and that the mathematical model found can help the milling industry with a preview of the ash result, but for some flour typifications the mathematical model does not match the original result (practice). , this originates due to some compositions that a certain flour has and which is high in ash content, it is also evident that the genotype of wheat also influences, so the mathematical model is indicated only for purer flours, which has less ash content. Thus, further studies will be necessary to evaluate the composition of the flour and its genotype.

Key-words: Colorimetry. Ashes. *Triticum aestivum*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do grão de trigo.....	20
Figura 2 – Processo de moagem	27
Figura 3 – Diagrama de cor.....	34
Figura 4 – Gráfico de Cullen e Frey	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Boxplot cinzas.....	40
Gráfico 2 – Boxplot L*	40
Gráfico 3 – Dispersão Cinza x L*	42
Gráfico 4 – Histograma L	46
Gráfico 5 – Distribuição normal L	46
Gráfico 6 – Histograma cinzas	47
Gráfico 7 – Distribuição normal cinzas	47
Gráfico 8 – Distribuição dos dados.....	51
Gráfico 9 – Envelope	51
Gráfico 10 – Envelope.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação comercial do trigo	21
Tabela 2 – Composição química da farinha de trigo	23
Tabela 3 – Classificação da farinha de trigo.....	28
Tabela 4 – Resultados coletados de cinzas e L* da farinha de trigo	37
Tabela 5 – Continuação dos dados da tabela 4	38
Tabela 6 – Continuação dos dados da tabela 5	39
Tabela 7 – Resultado Variável x Covariável.....	41
Tabela 8 – Correlação de <i>Pearson</i>	43
Tabela 9 – Hipótese do teste.....	44
Tabela 10 – Estatística resumida	45
Tabela 11 – Estimativa do Intercepto(β_0).....	49
Tabela 12 – Resíduos do modelo.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	TRIGO	14
3.1.1	Importância econômica.....	17
3.1.2	Estrutura e composição do grão.....	19
3.2	CLASSIFICAÇÃO DO GRÃO DE TRIGO	20
3.3	FARINHA DE TRIGO.....	21
3.3.1	Moagem da farinha de trigo.....	23
3.4	CLASSIFICAÇÃO DA FARINHA DE TRIGO	28
3.5	QUALIDADE DA FARINHA.....	29
3.5.1	Alveografia	30
3.5.2	Falling Number.....	30
3.5.3	Umidade	31
3.5.4	Glúten	31
3.5.5	Cinzas	31
3.5.6	Cor	32
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4.1	DETERMINAÇÃO DE CINZAS	35
4.2	COR.....	36
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1	DISPERSÃO.....	41
5.1.1	Hipótese do teste.....	43
5.1.2	Modelo proposto - regressão linear.....	48
5.2	ANÁLISE DE RESÍDUOS	50
6	CONCLUSÃO.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A cultura de cereais surgiu há 11 mil anos A.C., no Oriente Médio e, posteriormente, na Europa. Desde então, o trigo tem se destacado pela sua importância para a economia global, sendo o trigo um dos três cereais mais cultivados no mundo, juntamente com o milho e o arroz (CONAB, 2014).

O trigo é uma gramínea do gênero *Triticum*, que é representado por cerca de 30 tipos geneticamente diferenciados (ABITRIGO, 2014). Entre as numerosas espécies cultivadas, o *Triticum durum* (trigo duro) e o *Triticum vulgare* (trigo comum) são os mais expressivos (ALDREAD; MAGAN, 2014). O trigo ocupa o primeiro lugar em volume de produção mundial, obtido por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos e seu produto final são designados, simplesmente, por "farinha" ou "farinha de trigo" (COSTA, 2018).

Este cereal é de grande importância para a economia brasileira, devido ao elevado consumo de seus derivados, principalmente pão, macarrão e biscoitos. O trigo (matéria-prima) possui importante papel na economia, a farinha é muito aplicada na indústria alimentícia, por isso deve-se considerar a variedade de grão utilizado, e também condições de clima e solo de cada região para seu cultivo (SILVA, 2017).

O processo de moagem para obtenção da farinha de trigo branca pode ser definido como sendo a redução do endosperma à farinha, precedido da separação do farelo e do gérmen, com o objetivo de elaborar produtos mais palatáveis e com maior qualidade. Na farinha de trigo o tamanho da partícula, ou seja, a granulometria é uma das propriedades físicas mais importantes por influenciar o processo tecnológico e as características do produto final (SCHEUER, 2014).

O endosperma produtor de farinha normalmente perfaz aproximadamente 75 a 80% do peso de núcleo (VIECILI *et al.*, 2010).

A qualidade da farinha de trigo pode ser avaliada através de testes físicos, químicos e reológicos como: umidade, cor, material mineral (teor de cinzas), lipídeos, proteínas, alveografica, *faling number* e farinografia (PIZZINATTO; MAGNO; CAMPAGNOLLI, 1996).

A cor da farinha deriva, principalmente, do seu teor de carotenoides (pigmentos), proteínas, fibras e presença impurezas (farelo) na moagem. A farinha de trigo destinada à panificação deve ser levemente amarelada e sem pontos negros

(resíduos de farelo) (INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2014b).

O teor de cinzas envolve os sais minerais presentes na farinha, sendo estes: ferro, sódio, potássio, magnésio e fósforo, que são obtidos através da queima da matéria orgânica da farinha em uma mufla, a maior concentração destes minerais se encontra na parte externa do grão, isto é, no farelo (casca do grão de trigo) (ICTA, 2014a).

O teor de cinzas determina o resíduo inorgânico na farinha e este teor determinará a classificação da farinha de trigo junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) conforme a Instrução Normativa 08/2005, sendo ela definida como Tipo 1 (teor máximo de cinzas 0,80%), Tipo 2 (teor máximo de cinzas 1,40%) e Integral (teor máximo de cinzas até 2,50%). O teor de cinzas é fortemente influenciado pela extração da farinha de trigo, aquela que tem maior grau de extração e em consequência maior quantidade de farelo incorporado apresentará teor de cinza mais alto. A moagem do trigo também influenciará na cor da farinha. As farinhas que apresentam maior grau de extração apresentam cor mais escura, maior teor de cinzas (GERMANI, 2007).

O teor de cinzas correlaciona-se com a cor da farinha, pois mesmo quando é feita a moagem do grão e condições eficazes, ainda se observam partículas de casca do trigo (ITCA, 2014a).

Desta maneira, o presente trabalho teve como princípio avaliar a correlação entre os resultados de análises de cinzas e cor, com intuito de desenvolver um modelo matemático, assim sendo solicitado pela indústria moageira Moinho Globo Alimentos, para otimização do tempo da análise de cinzas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a correlação entre o teor de cinzas com a cor da farinha de trigo, visando estabelecer uma ferramenta estatística, tornando mais funcional à confirmação da análise de cinzas para o processo de extração da indústria moageira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Analisar a correlação entre o teor de cinzas e cor da farinha de trigo em diferentes tipos de farinhas;
- 2) Elaborar um modelo matemático que auxilie a indústria moageira no processo de extração;
- 3) Validação do modelo matemático obtido.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TRIGO

A palavra trigo provém do vocábulo latino *triticum*, que significa quebrado, triturado, numa referência à atividade que se deve realizar para separar o grão de trigo da camada que o reveste. O termo trigo destina-se tanto à planta como às sementes comestíveis dela originada. O trigo, pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Pooideae* e ao gênero *Triticum* (ANTUNES, 2014).

O trigo é considerado uma gramínea do gênero *Triticum*. Existem inúmeras variedades de trigo, mas as que são mais cultivadas são apenas duas, devido as características finais produzidas em seus derivados sendo elas:

- *Triticum aestivum* (*vulgare*) que é o trigo comum, utilizado para a panificação;
- *Triticum durum* é usado para a produção de macarrão, porém não é plantado ainda no Brasil (LANZARINI, 2015).

Os principais produtores de trigo mundiais são China, EUA, Índia, Rússia e França e os maiores exportadores são EUA, Canadá, Comunidade Econômica Europeia, Austrália e Argentina (EMBRAPA, 2006).

A chegada do trigo à América aconteceu com a segunda viagem de Colombo, quando se registra a vinda de sementes de trigo e de cevada para serem cultivadas. Não é sabido se foi a partir dessa primeira introdução que se propagou ao resto do Novo Mundo. O certo é que essas sementes foram efetivamente semeadas em 1493 pelos espanhóis. Em 1494, uma carta de Colombo prova que novamente se teria semeado trigo e cevada no município de Isabel em Porto Rico. Na América do Sul, o trigo foi semeado pela primeira vez em 1527, quando o navegador italiano Sebastião Gaboto fundou o Forte *Sancti Spiritus*, na atual Província de Santa Fé, Argentina (ARIAS, 1999).

O Brasil, desde os primórdios de sua colonização, apresentou forte ligação com o mercado agrícola, devido, em parte, às suas riquezas naturais e a grande extensão de terras cultiváveis o que permite a produção de grandes volumes de alimentos. Esta tendência agroindustrial perdura até os dias de hoje, colocando o país em lugar de destaque na produção e fornecimento mundial de alimentos

(LEÃO, 2013). No Brasil, o trigo é uma cultura de inverno, e é cultivado em grande parte na região Sul (ORO, 2013).

De acordo com dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o Brasil, poderá se consolidar como potência mundial agrícola, disputando com os Estados Unidos à liderança na produção de alimentos. Ainda de acordo com o estudo realizado pelo MAPA, produtos de alto consumo interno (que já fazem parte da pauta de exportação brasileira) tendem a apresentar aumento no volume de produção, especialmente devido ao avanço tecnológico e, assim, ganhar mais espaço no mercado. Segundo as estimativas, até 2021, a produção de grãos deve aumentar cerca de 20% e a área de colheita será até 9,5% maior que a atual (BRASIL, 2011).

As diferentes variedades se distinguem pela altura das plantas, produtividade, conteúdo de endosperma, proporção de proteínas na farinha, qualidade da proteína, resistência a diversas doenças e adaptabilidade a solos ácidos, requerimentos climatológicos e pela aparência física. A relação entre esses diversos fatores ambientais e os diferentes genótipos, repercute nas propriedades funcionais e, principalmente, na qualidade de processamento do trigo, como moagem e elaboração dos produtos (SCHEUER *et al.*, 2011).

O *Triticum aestivum* (trigo mole): utilizado nos produtos de padaria, pastelaria e fabrico de bolachas; e o *Triticum durum* (trigo duro): usado no fabrico de massas alimentícias. É importante realçar os valores proteicos dos diferentes tipos de trigo pois estes vão influenciar os produtos fabricados. O trigo mole produz farinha muito fina com coloração branca, possui baixo teor proteico (< 7,0%) o que resulta numa massa de glúten fraca e também com baixa absorção de água. O trigo duro, ao contrário do mole, possui alto teor proteico (> 7,0%) e é difícil reduzi-lo a farinha. No entanto, a farinha produzida tem aspecto arenoso com maior granulometria e com teor de glúten forte (REMELGADO, 2016).

A qualidade do grão de trigo é determinada através do efeito de diferentes técnicas de cultivo do grão, por meio da regulação do crescimento, desenvolvimento das raízes, a translocação da matéria seca e a eficiência da quantidade de água fornecerão informações para o desenvolvimento saudável do grão (ALI *et al.*, 2018).

Quanto à dureza o trigo pode ser classificado como duro (hard) que requer mais capacidade de trabalho para quebrar o endosperma e contém mais amido e

trigo brando (soft) requer menos capacidade de trabalho e contém menos. Grânulos danificados absorvem mais água (SILVA, 2017).

Em sua história, o trigo no Brasil sofreu intervenção do Estado, sendo que em 1930, o governo brasileiro tentou tornar sua produção mais atrativa aos produtores por meio de incentivos financeiros, mas foi a partir da década de 1960 que o Estado interveio diretamente no setor. Além dos preços mínimos estabelecidos ao produtor, toda a cadeia passou a ter os preços tabelados (preço do trigo em grão, preço da farinha, preço do pão), cabendo ao Estado financiar a diferença entre os maiores valores paga aos produtores e os menores valores da venda de farinha (JESUS JUNIOR; SIDONIO; MORAES, 2011).

A importação de trigo em grãos, que supria apenas o saldo entre o quanto era produzido internamente e o quanto era demandado, era centralizada pelo governo, que depois realizava a distribuição entre os moinhos. Em 1962, foi criado o Departamento Geral de Comercialização do Trigo Nacional (CTRIN), que, atuando com órgãos de pesquisa, contribuiu para o surgimento de variedades mais adaptadas. Nesse mesmo ano, foi proibida a concessão de autorizações para instalação de novos moinhos de trigo e para o aumento de capacidade de moagem dos já existentes. Essa era uma forma de o governo ter maior controle sobre a quantidade de trigo moído e sobre o setor (JESUS JUNIOR; SIDONIO; MORAES, 2011).

Dessa forma, a cadeia de trigo no Brasil ficou gradativamente defasada em produtos e tecnologias. Em 1990, foi promovida uma liberalização comercial generalizada. Uma nova lei extinguiu as permissões do governo para o funcionamento de novos moinhos e a expansão dos existentes acabando com o monopólio estatal sobre a compra e a venda do trigo no país. No novo modelo, os moinhos puderam ampliar sua capacidade instalada, o que aumentou a concorrência entre eles. Novas farinhas e *blends* passaram a ser oferecidos à indústria. Alguns grupos industriais e, posteriormente, a Associação Brasileira da Indústria do Trigo (ABITRIGO) implementaram um projeto de Mapeamento do Trigo Brasileiro, pois até o momento não havia classificação das variedades de trigo e de suas aptidões e usos (JESUS JUNIOR; SIDONIO; MORAES, 2011).

Com o fim do monopólio estatal, elevaram-se os *blends* de trigo dentro dos moinhos, dando-se início a uma nova era de variedades de farinha no mercado, o processo de moagem se inicia com sua classificação, em seguida passam por uma

pré-limpeza para remoção de impurezas maiores, e em seguida são estocados com uma umidade inferior a 13%, para evitar a germinação do grão.

No armazenamento com temperatura ou teor de umidade elevada, pode ocorrer o desenvolvimento de pragas e fungos, que danificam os grãos e alteram a qualidade tecnológica da farinha. A redução nos conteúdos de lipídios, carboidratos, proteínas e vitaminas, durante o período de armazenamento resultam em perdas de material orgânico e nutricional do trigo (ELIAS, 2009). O condicionamento do trigo antes da moagem é uma etapa crucial para obter bons resultados de extração de farinhas e também farinhas com características adequadas à legislação pertinente, principalmente relacionada à cor e teores de cinzas, valores estes que estão diretamente relacionados com a quantidade de fragmentos de casca presente na farinha (VITKOSKI, 2015).

3.1.1 Importância econômica

As mudanças na composição do trigo são muitas, e estão ligadas às diferentes condições de solo e de clima das diversas regiões onde o grão é plantado de diferentes cultivares de origem distintas de trigos com características diferentes, usadas para produtos específicos (VIECILI *et al.*, 2010). A genética cultivar é outro fator determinante na qualidade do trigo.

Scheuer *et al.* (2011), destaca que por estar o trigo presente nos inúmeros produtos que compõem a pirâmide alimentar e por ser um produto de extrema importância mercadológica, estão sendo ampliadas as pesquisas relacionadas a ele com o intuito de melhorá-lo geneticamente, visando a sua aplicabilidade em seus derivados.

O cultivo do trigo é amplamente difundido pelo mundo, apresentando grande adaptação e sendo cultivado desde regiões com clima desértico, em alguns países do Oriente Médio, até em regiões com alta precipitação pluvial, como é o caso da China e Índia. No Brasil ele é cultivado na região Sul do país. O consumo de trigo no país é equivalente a 100 mil toneladas anuais. No Brasil, o consumo “*per capita*” de trigo em grão é de 53 quilos por habitante-ano, enquanto na Argentina é de 91 kg, na França 100 kg e no mundo 85 kg (BARROS, 2009).

A produção brasileira em 2019 deverá alcançar 5,5 milhões de toneladas, com crescimento de 1,1% em relação à safra de 2018 quando foram colhidas 5,4

milhões de toneladas, conforme dados da Associação Brasileira da Indústria do Trigo (ABITRIGO). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) as informações de 2019 indicam melhoria da produtividade da cultura nacional, considerando que a área plantada foi de 1,993 milhão de hectares 2,4% menor em relação ao ano anterior, que foi de 2,042 milhões de hectares. A produtividade projetada é de 2.753 quilos por hectare, 3,6% acima do ano anterior, quando foi de 2.657 quilos por hectare. O Paraná deverá ter safra de 2,7 milhões de toneladas, com queda de 3,1% sobre o ano anterior. No Rio Grande do Sul, a produção deverá subir 3,4%, chegando a 1,936 milhão de toneladas. Com a diversificação dos fornecedores, incluindo Argentina, os produtores brasileiros e os de outros países, nossa indústria moageira conta com quantidade e variedades adequadas de trigo para atender ao mercado nacional em volume e tipos de farinhas (ABITRIGO, 2019).

A Argentina é a principal fornecedora de trigo aos moinhos brasileiros, entre agosto e dezembro de 2018, as importações somaram 2,86 milhões de toneladas, contra 2,43 milhões no mesmo período de 2017. A Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) estima necessidade de importações de 6,3 milhões de toneladas entre agosto/18 e julho/19. Na Argentina a produção deverá ser recorde, ficando entre 19,5 milhões de toneladas. O consumo interno daquele país é estimado em 5,8 milhões de toneladas, abrindo possibilidade de exportações de mais de 14,2 milhões de toneladas entre dezembro/18 e novembro/19, em linha com o volume da temporada passada (CEPEA, 2019).

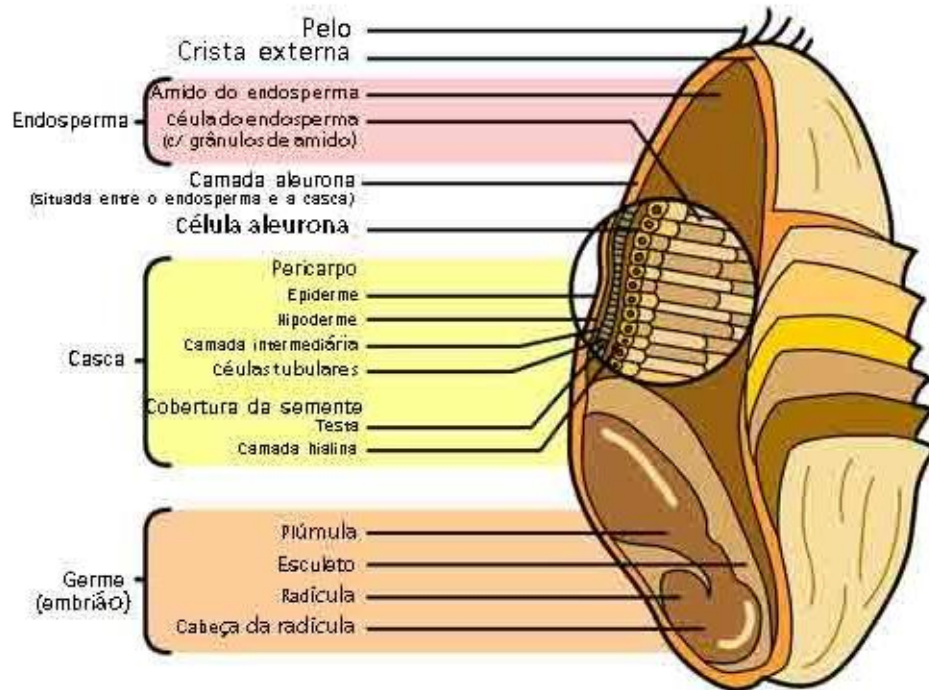
Devido à importância mercadológica e à vasta aplicabilidade do trigo, pesquisas são cada vez mais incentivadas, com o propósito de implementar melhorias focadas em determinadas áreas de atuação, como nutrição e saúde, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e ciência e tecnologia. O trigo é matéria-prima para a elaboração de alimentos consumidos diariamente, como hábito alimentar, na forma de pães, biscoitos, bolos e massas, alimentos que fazem parte da base da pirâmide alimentar e cujo consumo é incentivado pelo Guia Alimentar da População Brasileira, o que sinaliza um motivo de estudo relevante quanto ao entendimento da caracterização e aplicabilidade do trigo, já que é amplamente consumido e indicado à alimentação (SCHEUER *et al.*, 2011).

3.1.2 Estrutura e composição do grão

Os grãos de trigo têm tamanhos e cor variáveis, além de formato oval, com as extremidades arredondadas. Ao longo do lado ventral se nota uma reentrância, conhecida como “crease”. A presença deste sulco é um fator que dificulta e particulariza o processo de moagem do trigo. O grão de trigo se divide, basicamente, em duas partes: o pericarpo e a semente. A semente é formada pelo endosperma, casca (pericarpo) e o respectivo germe (SINDUSTRIGO, 2014).

A Figura 1 demonstra como o pericarpo envolve a semente agindo como capa protetora. Ele é composto por várias camadas que ficam posicionadas em direção ao centro da semente: epiderme, hipoderme, células intermediárias, células cruzadas e células tubulares. O endosperma é formado por células de parede delgada que variam de tamanho, forma e composição em suas diferentes partes. O conteúdo e as paredes celulares das células do endosperma constituem a denominada farinha branca. As células do endosperma são repletas de grãos de amido inserido em uma matriz proteica (ORO, 2013), ou seja, endosperma contém amido e proteína (SILVA, 2017). O germe é rico em proteínas, açúcares, gorduras, vitaminas e minerais e é responsável pelo desenvolvimento de uma nova planta (ORO, 2013). Para Santos (2008), o germe é compreendido como o embrião do grão, representando cerca de 2,5% de seu peso. Durante o processo de moagem é separado da farinha, por apresentar uma quantidade alta de gordura (2,5%), que pode interferir na qualidade de conservação da farinha de trigo. A aleurona contém cinzas, proteínas, lipídeos, vitaminas e enzimas (SILVA, 2017).

Figura 1 – Estrutura do grão de trigo



Fonte: Adaptado de Davis (2011).

O grão de trigo é composto principalmente de carboidratos (65–75%) correspondentes a fibras e amido e proteínas (7–12%), além de pequenas quantidades de lipídeos (2–6%), água (12–14%) e micronutrientes, ele também se caracteriza como uma boa fonte de minerais (principalmente magnésio) e vitaminas B e E (LEÃO, 2013).

3.2 CLASSIFICAÇÃO DO GRÃO DE TRIGO

Segundo a legislação brasileira vigente em 2009, as cultivares de trigo estão classificadas em cinco classes: Trigo Branco, Trigo Pão, Trigo Melhorador, Trigo para Outros Usos e Trigo Durum e em três tipos: 1, 2 e 3, definidos em função do limite mínimo de peso hectolitro e dos limites máximos percentuais de umidade, de materiais estranhos e impurezas e de grãos danificados (BRASIL, 2001).

A classificação comercial do trigo brasileiro mudou, a partir da safra 2012, com a entrada em vigor da Instrução Normativa nº 38, de 30/11/2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esta procurou estabelecer uma relação entre as características do grão de trigo e a qualidade tecnológica para os principais usos da farinha de trigo. Assim sendo, temos: pães industriais, massas alimentícias secas e biscoitos tipo cracker (classes de trigo Melhorador e Pão); uso

doméstico e pães caseiros (classes de trigo Doméstico e Pão); e biscoitos semi doces duros e bolos (classes de trigo Básico e Outros Usos). Na Classe de trigo “Outros Usos” também estão incluídos produtos que não se enquadram nos usos tradicionais, como produção de ração animal e utilização industrial (BRASIL, 2010; CONAB, 2014).

Na Tabela 1, são apresentados valores para características de qualidade comercial do trigo, em função da força de glúten (W), Estabilidade (minutos) e do número de queda (NQ), em parâmetros que definem os trigos nas classes: melhorador, pão, doméstico, básico ou outros usos.

Tabela 1 – Classificação comercial do trigo

Classes	W (expresso em 10^{-4} J)	Estabilidade (minutos)	Número de Queda (segundos)
Melhorador	320	14	250
Pão	220	10	220
Doméstico	160	6	220
Básico	100	3	220
Outros usos	Qualquer	Qualquer	Qualquer

Fonte: Brasil (2010).

O trigo, para ser enquadrado na classe melhorador, deve atender os valores mínimos estabelecidos quanto à força de glúten (W 320), à estabilidade (14 min) e ao número de queda (250s) respectivamente, enquanto, para ser enquadrado nas demais classes, deve atender aos valores mínimos quanto à força de glúten ou à estabilidade e ao número de queda estabelecido para as demais classes (BRASIL, 2010).

3.3 FARINHA DE TRIGO

O principal produto obtido do beneficiamento do trigo é a farinha, sendo obtida pelo processo de moagem. Esta deve ser oriunda do endosperma de trigo limpo e sadio, seu glúten deve possuir boas características viscoelásticas, apresentar baixo teor de umidade, de cinzas e garantir atividade enzimática adequada (BRASIL, 1978).

Em relação às farinhas dos diferentes cereais, apenas a do trigo tem a habilidade de formar uma massa viscoelástica que retém o gás produzido durante a

fermentação e nos primeiros estágios de cozimento do pão, dando origem a um produto leve. As proteínas, mais especificamente as formadoras do glúten, são as principais responsáveis por esta característica própria do trigo (TEDRUS, 2001).

O consumo de farinha branca foi historicamente associado com prosperidade. O desenvolvimento de sofisticados moinhos de rolos durante a segunda parte do século XIX permitiu a produção de volumes maiores de farinha branca do que seria possível produzir utilizando os moinhos convencionais de moagem entre pedras e por peneiramento (ORO, 2013).

Dentre as características físicas e químicas, o estabelecimento da composição centesimal está diretamente relacionado à classificação da farinha branca, em relação aos padrões de qualidade e identidade. Para o caso especial de farinhas enriquecidas com vitaminas e minerais, os componentes majoritários podem influenciar diretamente na manutenção dos micronutrientes, principalmente durante a estocagem desses produtos. Nesse aspecto, o teor de umidade, por exemplo, é muito importante, por ser um dos principais fatores de aceleração de reações químicas e enzimáticas (BOEN *et al.*, 2007).

A composição da farinha abrange proteínas, amido, lipídeos e cinzas. O total de proteínas no trigo corresponde entre 8 a 21% do grão, distribuídas entre globulinas e albuminas no total de 15%, gliadina e glutenina no total de 85%. O amido é formado por amilose e amilopectina, que quando adicionado à água aquecida acima de 60°C sofre um processo de gelatinização. Os lipídeos variam de 2 a 3,5% dependendo da extração e estão presentes as enzimas α -amilase, β -amilase e Glucoamilase (SILVA, 2017). O teor de cinzas, por exemplo, tem a função de classificação para farinhas de trigo e indica a presença de sais minerais contidos no pericarpo e nas primeiras camadas do grão de trigo. Determinam, portanto, o grau de extração e a presença de farelo (BOEN *et al.*, 2007).

A tabela 2 apresenta a composição química da farinha de trigo com 72% de extração:

Tabela 2 – Composição química da farinha de trigo

COMPONENTE	%
UMIDADE	11 – 14
PROTEINA	8 – 15
LIPÍDEOS	0,8 – 1,1
CINZAS	0,44
CARBOIDRATOS	72 – 78
AMIDO	74 – 76*
AÇUCAR	1,3 – 2,1*
FIBRAS	0,3 – 0,4

*Valores pertencentes a quantidade de carboidratos.

Fonte: Zardo (2010).

Conforme observado na Tabela 2, o teor de cinzas de origina em um percentual de 44% com extração a 72%, isto se origina devido ao objetivo de moagem, que é extrair maior quantidade possível de endosperma livre de casca e germe, entretanto quanto maior for a taxa de extração, maior será a quantidade de casca e germe introduzida ao meio do endosperma, assim originando um teor de cinzas mais elevado. Em contra partida para proprietários de moinho quanto maior a taxa de extração melhor, pois se obtém maior quantidade de farinha.

3.3.1 Moagem da farinha de trigo

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a farinha de trigo deve ser produzida a partir de grãos de trigo limpos, isentos de matéria terrosa e em bom estado de conservação. Não podendo estar úmida, fermentada e nem rançosa (BRASIL, 1996).

O grão de trigo contém, em média, 82% de endosperma branco, mas isto não significa que o processo vai render tudo isto em farinha branca, devido a quantidade de casca e germe que se original ao meio do processo. Em média o índice de extração de 75% vem a ser um bom aproveitamento do trigo (CAROLLO; CONCEIÇÃO, 2000).

O processo de moagem para obtenção da farinha de trigo branca é definido como a redução do endosperma à farinha, procedido da separação do farelo e do gérmen, para a elaboração de produtos com maior qualidade (ALVES *et al.*, 2013). O objetivo da moagem é quebrar o grão, retirar o máximo de endosperma (livre de

casca-farelo e de germe) e reduzi-lo a farinha. Esta separação é possível em função das diferentes propriedades físicas do farelo, do germe e do endosperma. O farelo é resistente devido ao seu alto conteúdo de fibras, forma flocos ao passar entre os rolos de redução. Além destas diferenças físicas, as partículas das várias partes do grão diferem em densidade. Isto torna possível sua separação pelo emprego de correntes de ar (GUTKOSKI; ANTUNES; ROMAN, 1999).

O processo de produção da farinha inicia-se com a preparação dos grãos de trigo, onde é realizada a limpeza e o acondicionamento em silos. O trigo pode conter impurezas provenientes do campo, do armazenamento e do transporte, ele pode ser limpo através de dois métodos: limpeza úmida e limpeza seca (ANTUNES, 2014). Na limpeza dos grãos utilizam-se diferentes princípios de separação para eliminar as impurezas (SOUZA, 2004), sendo elas:

- a) Separação pela dimensão do grão: Realizada por uma Peneira Berga e/ou Granoisichater, onde se separam do trigo as impurezas maiores (palha, pedra e papel) e os menores (terra, sementes e pó);
- b) Separação Magnética: Realizada com um imã, responsável pela separação de resíduos metálicos contidos ou transportados pelo grão;
- c) Polimento: Realizado por uma polidora horizontal, cuja finalidade é eliminar impurezas contidas na superfície do grão;
- d) Desinfestação: Realizada por uma Máquina de Impacto, consiste na centrifugação do grão para desinfestação de insetos (GUTKOSKI; ANTUNES; ROMAN, 1999).

Após esta limpeza, a água é adicionada em nível pré-determinado, e em seguida é condicionada em silos de descanso ou condicionamento, para que adentre ao grão e se espalhe uniformemente em todo o endosperma. Seguidamente é adicionada água para ajustar a umidade e tornar o endosperma mais friável e a casca mais maleável. Após a adição de água é necessário que o trigo descansa algum tempo antes de ser moído, este tempo se faz necessário para que a água alcance o centro do grão por completo (VITKOSKI, 2015).

O principal objetivo da adição da água a massa de trigo é possibilitar a mais rápida extração de farinha com menos energia. Quando a quantidade de água é ideal e o tempo suficiente, o resultado será uma taxa de extração boa e sem comprometer a qualidade das farinhas, ou seja, ausência de fragmentos de casca na farinha, e a consequência disso é uma coloração mais clara e um teor de cinzas

mais baixo. Para trigo soft (mole) o tempo adequado é de 8 horas e para trigos duros de 24 horas. As condições do processo estão fortemente relacionadas com os resultados das análises de determinação de umidade da farinha, cinzas e cor. Estas análises são obrigatórias, pois são fatores determinantes de qualidade e preço (VITKOSKI, 2015).

A porcentagem de água a ser adicionada é determinada por cálculo, levando em consideração a umidade inicial, a umidade desejada e o peso da amostra, de acordo com a equação:

Equação 1: cálculo para determinação de quantidade de água

$$\text{Água adicionada}(ml)=100-UI\div 100-1x \text{ peso da amostra}$$

Tecnicamente, a moagem é dividida nas etapas de trituração, redução e compressão. A trituração é realizada com rolos de moagem estriados para fazer a separação entre o endosperma, a casca e o germe. A redução e a compressão trabalham com rolos lisos de moagem, para reduzir o endosperma até atingir a granulometria de farinha (ANTUNES, 2014).

Os rolos de quebra, tal como o nome indica, têm como objetivo a quebra dos grãos, a remoção do endosperma do germe e do farelo (etapa de trituração) com o mínimo de contaminação. Cada conjunto de rolos de quebra é composto por um par de rolos que gira em sentidos opostos e a velocidades distintas, sendo o espaço entre eles ajustado de acordo com a precisão desejada na moagem. Os rolos de quebra são estriados em toda a sua extensão. No sistema de quebra são realizadas quatro ou cinco passagens, seguindo-se a separação por peneiras, onde as partículas menores constituem a farinha, e as partículas maiores, serão encaminhadas para etapa seguinte. Após a separação nas peneiras, inicia-se a etapa de redução em que procede à redução do tamanho das partículas do endosperma para a produção dos vários tipos de farinhas pré-determinados pelo moinho. Os rolos de redução são similares aos de quebra, sendo que a principal diferença é que os rolos de redução são lisos. Posteriormente a esta etapa, a farinha e os subprodutos são colocados em células para serem expedidos a granel ou em sacos (ANTUNES, 2014)

O grau de separação do endosperma é refletido pelo rendimento de moagem da farinha, geralmente referido como taxa de extração. A farinha padrão apresenta em torno de 74% de extração, enquanto farinhas patentes são obtidas com extrações inferiores a 40%. Taxas de extração de 80% têm sido usadas para

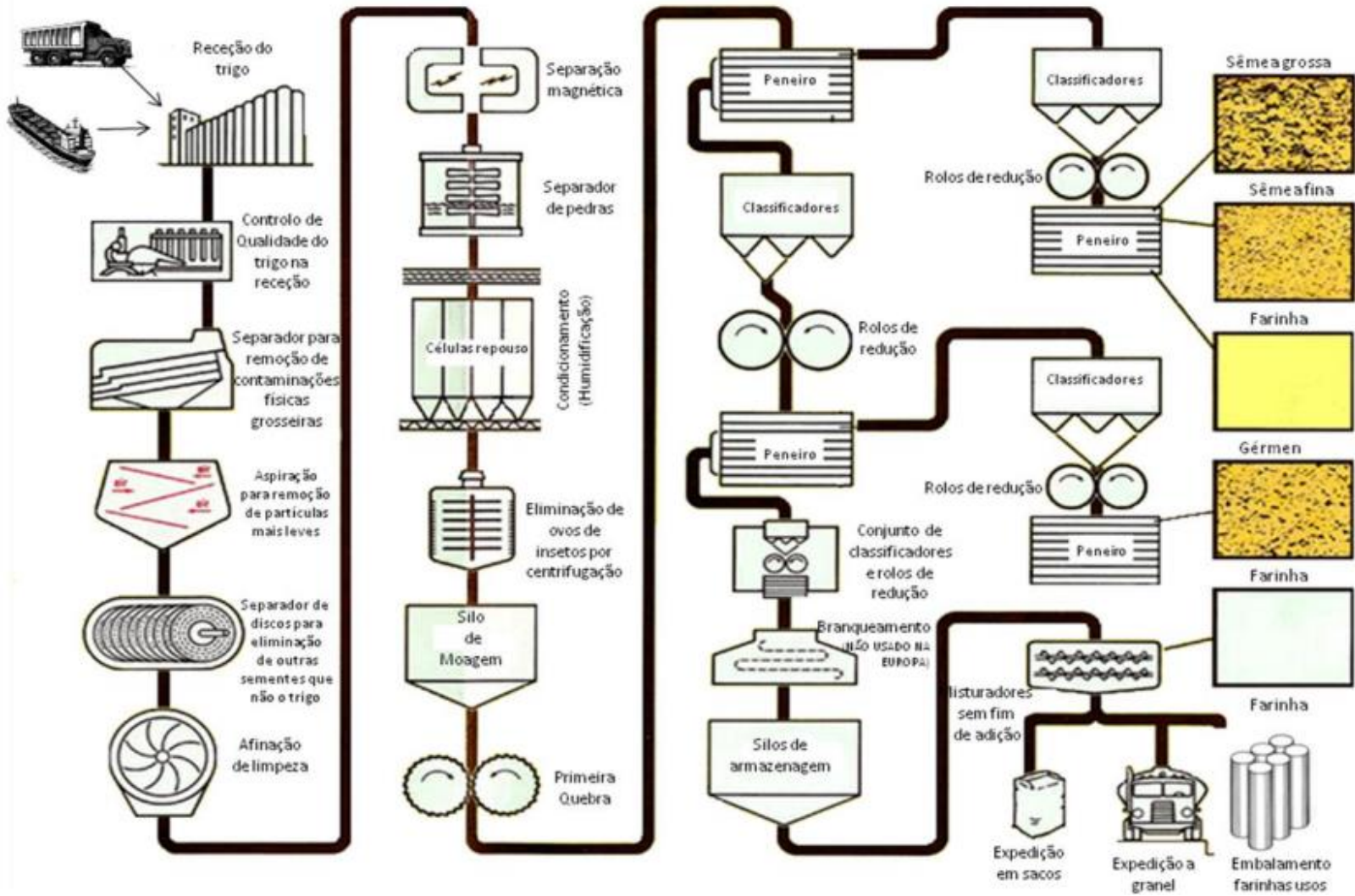
preservar os nutrientes do trigo para o uso alimentar, sem causar grandes alterações na cor da farinha ou qualidade de panificação (GUTKOSKI; ANTUNES; ROMAN, 1999).

A farinha de trigo deve ser armazenada em locais com controle de umidade e de insetos, sendo necessário um período de repouso, também chamado de maturação (ALVES *et al.*, 2013).

Um resíduo gerado no processo de fabricação da farinha de trigo é o farelo, camada externa do grão de trigo, composto por carboidratos, cinzas, proteínas, água, sais minerais e impurezas vegetais. O farelo é classificado em semitin e gérmen de trigo. O semitin é utilizado como alimentação animal nas rações balanceadas, pois possui relativo teor de fibra, já o gérmen de trigo é aplicado na alimentação humana, principalmente em produtos dietéticos ou produtos integrais (ALVEZ, 2013).

A figura 2 representa um fluxograma do processo de fabricação da farinha de trigo.

Figura 2 – Processo de moagem



Fonte: Antunes (2014).

3.4 CLASSIFICAÇÃO DA FARINHA DE TRIGO

De acordo com Instrução Normativa Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 08 de 02 de junho de 2005 que estabelece o regulamento técnico da farinha, se define farinha de trigo como o produto elaborado com grãos de trigo (*Triticum aestivum L.*) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum* ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos. Conforme essa Instrução Normativa, a farinha de trigo apresenta a seguinte classificação (Tabela 3).

Tabela 3 – Classificação da farinha de trigo

Tipos	Teor de Cinzas* (máximo)	Granulometria	Teor de Proteína* (mínimo)	Acidez Graxa (mg de KOH/100g do produto) (máximo)	Umidade (máximo)
Tipo 1	0,8%	95% do produto deve passar pela peneira com abertura de malha de 250 µm.	7,5%	100	15,0%
Tipo 2	1,4%	95% do produto deve passar pela peneira com abertura de malha de 250 µm.	8,0%	100	15,0%
Integral	2,5%	-	8,0%	100	15,0%

*Os teores de cinzas e de proteína deverão ser expressos em base seca.

Fonte: Brasil (2005).

Segundo esta Instrução Normativa após passar pelo processo de moagem a farinha de trigo é classificada de acordo com o seu uso, como o uso doméstico e o uso industrial.

Há três tipos de farinhas, sendo elas:

- Farinha de trigo Integral: proveniente da casca, do gérmen e do endosperma, apresentando uma textura fibrosa, com coloração mais escura e teor de cinzas médio entre 1,4% a 2,0% de base seca (ALVES *et al.*, 2013). No Brasil, como não há legislação específica que garanta que o trigo seja moído integralmente, também pode ser considerada farinha integral de trigo aquela com adição de farelo à farinha refinada.

Embora seja uma facilidade para alguns moinhos usar o farelo, que é um subproduto da moagem, este possui maior granulometria, deixando a farinha integral desuniforme, e que não deveria ser considerada como tal (ORO, 2013). Em 1999, a *American Association of Cereal Chemists* (AACC), definiu como grão integral aquele composto pela cariopse intacta, partida ou em flocos, onde os principais componentes anatômicos, endosperma amiláceo, germe e farelo estão presentes nas mesmas proporções relativas em que elas existem na cariopse intacta (AACC, 1999). Em 2006, a AACC modificou este conceito e definiu grão integral, como aquele em que os principais componentes anatômicos estão presentes nas mesmas proporções que na cariopse intacta, na medida do possível pela melhor tecnologia de moagem moderna (AACC, 2008).

3.5 QUALIDADE DA FARINHA

Em geral, define-se qualidade da farinha de trigo como a capacidade de produzir uniformemente um produto final atrativo a partir das condições impostas pela sua unidade processadora (ALVES *et al.*, 2013).

Existe uma forte relação entre a qualidade do trigo e a qualidade de farinha moída. A composição química do grão de trigo afeta as características funcionais e tecnológicas e, juntamente com as propriedades estruturais, define a qualidade da farinha de trigo (ANTUNES, 2014). Por isso, para suprir as expectativas do mercado consumidor é necessário entender a relação entre a qualidade da farinha oriunda de determinado grão e as características dos produtos elaborados com essa farinha (SCHEUER, 2014).

A farinha de trigo, por ser um produto do beneficiamento da matéria prima alimentar em estado bruto, é considerada um produto alimentício passível de sofrer alterações em sua qualidade nutricional e tecnológica durante a operação de transporte envolvida no processo de importação (COSTA, 2008).

Através de testes físicos, químicos e reológicos, a qualidade da farinha de trigo é medida, em que procuram prever o comportamento das farinhas nos processos de fabricação de produtos alimentícios e se corretamente interpretados, oferecem uma probabilidade muito grande de acerto. Com isso, diversas análises

são realizadas para determinar esta qualidade na farinha, como alveografia, *falling number*, umidade, glúten, teor de cinzas, cor de farinha, conforme as propriedades de moagem do grão de trigo (NORETO; PARO; FERREIRA, 2009).

3.5.1 Alveografia

A alveografia mede a pressão máxima da massa ou “P” indicando resistência ao trabalho de deformação e é positivamente correlacionada com a capacidade de absorção de água da farinha. A extensibilidade, ou “L” é um indicativo de volume do pão. Deve existir uma proporcionalidade dos valores de P e L (relação P e L) para, associados ao valor de W (força geral do glúten) expressarem um bom potencial da panificação (VIECILI *et al.*, 2010).

A expressão "força de uma farinha" normalmente é utilizada para designar a maior ou menor capacidade de uma farinha de sofrer um tratamento mecânico ao ser misturada com água. Também é associada à maior ou à menor capacidade de absorção de água pelas proteínas formadoras de glúten, combinadas à capacidade de retenção do gás carbônico, resultando em um bom produto final de panificação, ou seja, pão de bom volume e de textura interna sedosa. É esperado que o volume do pão aumente de forma diretamente proporcional com o aumento de W da farinha de trigo (GUTKOSKI; JACOBSEN NETO, 2002).

3.5.2 Falling Number

Falling Number, também conhecido como número de quedas é obtido através da mensuração da capacidade da enzima α -amilase em liquefazer um gel de amido, sendo realizada a tomada de tempo (em segundos) requerida à mistura para permitir a queda do agitador até uma distância fixa, sob um gel aquoso do triturado do grão ou da farinha submetido a uma temperatura constante de 100 °C (COSTA, 2008). A importância da verificação da atividade e do efeito da α -amilase se dá por exercer a função de quebrar a molécula de amido, que é um polissacarídeo, em partes menores, isto é em açúcares diretamente fermentescíveis, o que gera uma maior produção de gases na fermentação do pão e conseqüentemente, um maior volume específico deste (ITCA, 2014c).

3.5.3 Umidade

O teor de umidade da farinha deve ser controlado não só por motivos econômicos, uma vez que as farinhas são comercializadas em base úmida, mas também por sua importância na conservação e processamento (SILVA, 2003).

Esta é uma das grandes preocupações em relação a farinha, pois pode influenciar diretamente na qualidade durante a fabricação, devendo ser armazenada em local seco, fresco e arejados e nunca deve ser colocada juntos a produtos que exalem odores, pois os absorvem com bastante facilidade, assim como a própria água da atmosfera (ARAUJO; FERNANDES, 2007).

O ideal é armazenar a farinha com umidade em torno de 13%. As farinhas acima de 14% de umidade tendem a formar grumos e não fluem uniformemente. Em processos contínuos, a proporção constante entre farinha e água é essencial para a uniformidade do fluxo e movimentação na indústria (SILVA, 2003).

3.5.4 Glúten

A qualidade do glúten de trigo varia em função das variedades plantadas e condições de cultivo como adubação, temperatura, índice pluviométrico, entre outros (GALERA, 2006).

A rede do glúten é formada por duas frações proteicas específicas, caracterizadas como a gliadina e a glutenina, que tornam uma massa visco elásticas. A gliadina é extremamente gomosa e está ligada a viscosidade da massa. No caso da glutenina, apresenta a característica de elasticidade, proporcionando a característica de resistência à extensão para a massa (COSTA, 2018).

3.5.5 Cinzas

O teor de cinzas serve como um indicador do grau de separação do endosperma e do farelo durante o processo de moagem uma vez que aleurona e o farelo possuem maiores teores de minerais do que o endosperma (OLIVEIRA, 2013).

As cinzas também estão relacionadas com a extração da farinha durante o processo de moagem, elevados teores indicam uma alta extração da farinha com o farelo, sendo esse de fato indesejável, pois irá causar alterações na cor, tornando-a

mais escura (BALHMANN; LANZARINI, 2013). As farinhas com maior grau de extração apresentam maior teor de cinzas, fibras e cor mais escura, sendo que o consumidor as classifica como produto de qualidade tecnológica inferior às farinhas mais claras. O conteúdo de minerais ou cinzas nos grãos de trigo oscila de acordo com a variedade, condições de plantio e aplicação de fertilizantes no solo, no caso do trigo (OLIVEIRA, 2013).

Esta análise representa a quantidade de sais minerais presente para aquele modelo de diagrama, que foi realizada em determinada amostra (BALHMANN; LANZARINI, 2013).

Através da calcinação de uma amostragem de farinha, pode-se avaliar seu teor de cinzas que têm por definição a quantidade de material mineral que permanece como resíduo incombustível da substância testada após a aplicação do procedimento descrito (AACC, 1999).

- Farinha tipo 2 é obtida por meio da parte mais externa do endosperma, com coloração um pouco mais escura e teor de cinzas entre 0,80% e 1,40% de base seca;
- Farinha tipo 1 é extraída da parte mais próxima ao endosperma, apresentando uma coloração mais clara com teor de cinzas entre 0,40% a 0,80% de base (ALVES *et al.*, 2013). Dependendo do tipo da moagem e seu tipo de farinha, sendo essa classificada apenas como farinha do Tipo 1 (BRASIL, 2005).

Para as farinhas de uso Industrial podem ser utilizadas a Farinha de trigo Integral já citada; e a Farinha de trigo obtida a partir do cereal limpo, com teor máximo de cinzas de 0,80% em base seca (ALVES *et al.*, 2013).

3.5.6 Cor

A cor da farinha de trigo deriva principalmente do seu teor de carotenoides, de proteínas, de fibras e da presença de impurezas na moagem (NORETO; PARO; FERREIRA, 2009). A cor pode ser controlada de diferentes maneiras, entre os padrões de calorímetros (ITCA, 2014b). Alguns outros fatores são considerados intrínsecos ao tipo de trigo e se transmite a farinha como o teor de pigmentos. Um fator que tem influência na coloração da farinha é o seu teor de farelo. A cor da farinha afeta diretamente a cor do produto acabado e, portanto, é uma das

especificações exigidas pelos clientes, de modo que a análise de cor é uma das exigências das empresas para a liberação de cargas. A farinha deve apresentar uma cor branca, com tons amarelados, marrom ou cinza, isso pode variar dependendo do tipo de farinha que está sendo analisada (ZARDO, 2010).

A cor da farinha de trigo é afetada por muitas variáveis. As mais importantes são: genótipo de trigo, processo de moagem (grau de extração, condicionamento do trigo antes da moagem, tamanho de partículas e teor de cinzas), estocagem da farinha. As condições climáticas no ano da colheita e o local do plantio também podem afetar a cor da farinha (OLIVEIRA, 2013). Segundo Ortolan (2006), o genótipo exerce forte influência nas concentrações de minerais e pigmentos dos grãos, o que resulta em mudanças, especialmente na cor dos produtos fabricados a partir deste cereal.

A cor da farinha é determinada principalmente por uma combinação de brilho e amarelecimento: onde o brilho é influenciado pelo teor de farelo, enquanto amarelecimento é afetado pelo teor de carotenoides. O conteúdo de carotenoides, presente principalmente na camada aleurona, e cor da farinha de trigo são influenciados por características genótípicas inerentes ao grão. Farinhas com tonalidades mais claras, por aparentarem ser de melhor qualidade, são as que apresentam um maior público de consumidores. Mas nem sempre a farinha extremamente branca, dependendo do produto final que se deseja obter, é a que vai proporcionar a maior qualidade ao que se deseja produzir. Geralmente a cor da farinha acaba afetando a cor do produto acabado e assim torna-se uma especificação exigida pelos consumidores e também pelo próprio moinho para a devida liberação das cargas de farinha (SILVA, 2015).

Segundo Germani (2007), a qualidade da farinha é a soma destes diversos atributos que, em conjunto, fazem com que essa seja considerada apropriada para uma dada finalidade.

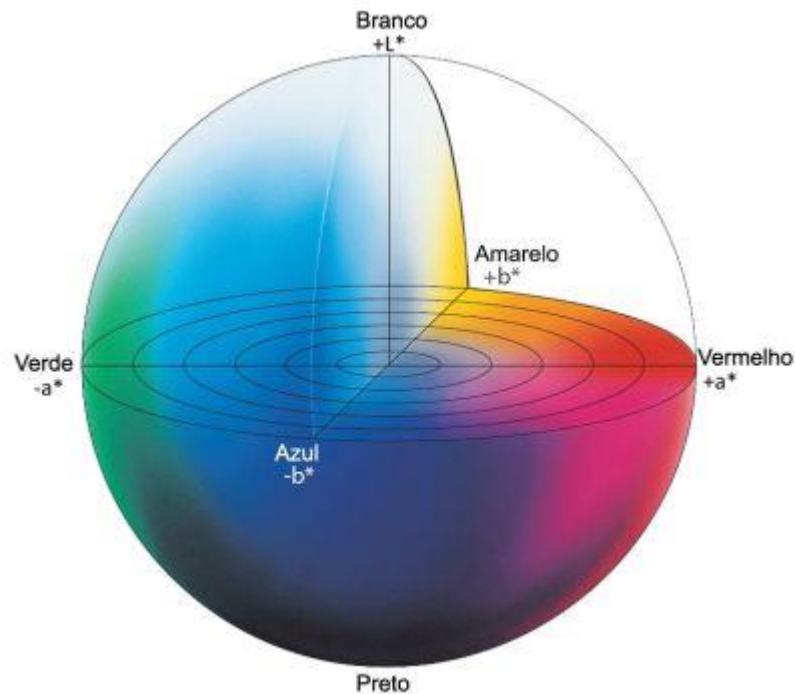
A leitura de cor é um procedimento fácil, sem necessidade de preparação de amostra, em que L^* luminosidade, mede intensivamente e varia de 0 a 100. Quanto mais próximo o valor estiver dos 100, mais clara será a farinha. O parâmetro a^* positivo indica tonalidade predominante ao vermelho. O parâmetro b^* indica coordenada amarelo/azul. Os resultados são mostrados no display do equipamento. A lente do acessório "CR-A33" deve ser limpa delicadamente com um pincel seco e macio (GRANOTEC, 2003).

Para Germani e Carvalho (2004), a cor da farinha é um aspecto ao qual o consumidor dá bastante importância.

A Figura 3 demonstra o diagrama de cor, o a^* e o b^* indicam as direções da cor; $+a^*$ direção do vermelho, $-a^*$ direção do verde, $+b^*$ direção do amarelo, $-b^*$ direção do azul. O centro é acromático e à medida que os valores de a^* e b^* aumentam e se distanciam do centro a saturação da cor aumenta.

Segundo Paro e Pereira (2008), o resultado obtido sobre a relação entre o teor de minerais e a cor da farinha de trigo é o que existe uma forte correlação entre os valores de cor (L) e os valores de teores de cinza de farinhas comerciais.

Figura 3 – Diagrama de cor



Fonte: Konica Minolta (2016).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho foram utilizadas 292 amostras de farinhas tipo 1 e tipo 2, sendo essas cedidas pela indústria moageira Moinho Globo S.A, localizada na cidade de Sertanópolis-Paraná. As análises foram realizadas na própria empresa, durante o ano de 2018/2019, em que a origem do trigo processado neste período foi do estado do Paraná.

4.1 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

Conforme o método da *International Association for Cereal Science and Technology* (ICC), o procedimento de determinação do teor de cinzas consiste em pesar 5 gramas de farinha em cadinhos de porcelana, usando uma balança analítica. Após a pesagem da amostra, os cadinhos foram levados ao forno mufla. Antes de se fechar a porta do forno se esperou por 5 minutos para que fosse feita a completa combustão da amostra e, em seguida, estas amostras permaneceram por três horas em incineração a 900°C, assim ocorrendo calcinação das amostras, ou seja, há a queima completa da matéria orgânica. Após este período, o forno foi desligado e os cadinhos retirados da mufla e colocados em um dessecador até que atingissem a temperatura ambiente (aproximadamente, após 1 hora), pois altas temperaturas podem interferir na precisão da balança analítica. Após o resfriamento dos cadinhos as amostras foram pesadas e o resultado do teor de cinzas é determinado pela diferença de massa da amostra no início (farinha) e final (amostra calcinada). A determinação de cinzas foi feita em triplicata.

Os resultados foram expressos em percentual de cinzas na base seca utilizando as equações:

$$\text{CINZAS (\% base úmida)} = \frac{(P1 + P2 - P3)}{P2} \times 100 \quad \text{Equação 2: base úmida}$$

$$\text{CINZAS (\% base seca)} = \frac{BU}{(100-U)} \times 100 \quad \text{Equação 3: base seca}$$

Em que:

P1 – Peso do cadinho vazio (g)

P2 – Peso da amostra (g)

P3 – Peso do cadinho + resíduo após incineração (g)

U - % Umidade da amostra

BU - % de cinzas base úmida

4.2 COR

A medida de cor da farinha foi realizada com um colorímetro da marca Konica Minolta. Essa faixa então quantifica os dados espectrais em um espaço de $L^*a^*b^*$ apresentando informações em termos numéricos. O modelo utilizado foi o “CR-410” com iluminante C D65, por meio dos parâmetros coloração, brilho e saturação de cores, em que foi colocada uma porção de 20 g de farinha em um recipiente de formato circular, com diâmetro 3,25 cm altura 4 cm assim o equipamento é sobre posto a este recipiente para medida de cor, obtendo-se os parâmetros L^* , a^* e b^* , através de um flash Xenônio emitido na mesma.

- L^* : medida da luminosidade da amostra, com variação de 0 a 100, em que 0 é o preto total e 100 o branco total;
- a^* (+): Tendência da cor para o vermelho;
- a^* (-): Tendência da cor para o verde;
- b^* (+): Tendência da cor para o amarelo;
- b^* (-): Tendência da cor para o azul.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Nas análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software RStudio, em que foram realizadas análise descritiva dos dados; distribuição dos dados; dispersão; coeficiente de Correlação de Pearson(r) e análise de resíduos para verificar qual a interação entre a coloração da farinha e o teor de cinzas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cinza é definida como a quantidade de matéria mineral que, após aplicação dos métodos de trabalho descrito, permanece como resíduo incombustível da substância testada (ICC, 1990).

Para os ensaios de determinação do teor de cinzas, todas as farinhas aplicadas atenderam a IN N° 8 de 05/2005 do MAPA. Foram utilizadas amostras com L* entre 91,00 a 95,03 e Cinzas de 0,40% a 0,83%, como descrito na tabela 4.

Tabela 4 – Resultados coletados de cinzas e L* da farinha de trigo

CINZAS	L*	CINZAS	L*	CINZAS	L*	CINZAS	L*
0,83	91,82	0,79	92,86	0,77	92,06	0,75	91,7
0,82	92,16	0,79	92,18	0,77	91,92	0,75	91,67
0,8	91,38	0,79	92,22	0,76	92,06	0,74	92,28
0,8	91,74	0,78	91,66	0,76	91,97	0,74	92,01
0,8	92,28	0,78	92,23	0,76	91,11	0,74	91,63
0,8	92,16	0,78	91,99	0,76	91,72	0,74	91,35
0,8	91,96	0,78	91,84	0,76	91,93	0,74	91,19
0,8	91,43	0,78	91,69	0,76	92,06	0,74	92,01
0,8	91,55	0,78	91,52	0,76	91,71	0,72	91,64
0,8	91,82	0,78	91,34	0,76	91,66	0,72	91,52
0,8	91,46	0,78	91,22	0,76	91,98	0,71	92,59
0,8	91,89	0,78	91,37	0,76	91,73	0,7	91,85
0,8	91,43	0,78	91,61	0,76	91,53	0,7	91,97
0,8	91,7	0,78	91	0,76	91,78	0,69	92,33
0,8	91,2	0,78	91,49	0,76	91,78	0,69	92,4
0,8	91,56	0,78	92,5	0,76	91,71	0,69	92,53
0,79	91,61	0,78	91,54	0,76	91,63	0,69	92,29
0,79	91,41	0,77	91,63	0,76	91,28	0,69	92,03
0,79	91,19	0,77	92,22	0,76	91,56	0,69	92,38
0,79	91,53	0,77	92,24	0,75	92,25	0,69	92,27
0,79	91,22	0,77	92,06	0,75	91,46	0,69	92,61
0,79	91,27	0,77	92,3	0,75	91,95	0,69	92,43
0,79	91,24	0,77	92,35	0,75	91,92	0,69	92,32
0,79	91,57	0,77	91,63	0,75	91,73	0,69	92,36
0,79	91,46	0,77	91,46	0,75	91,72	0,69	92,65
0,79	91,88	0,77	91,39	0,75	91,7	0,68	92,54

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 5 – Continuação dos dados da tabela 4

CINZAS	L*	CINZAS	L*	CINZAS	L	CINZAS	L*
0,68	92,27	0,65	92,22	0,59	93,15	0,55	93,28
0,68	92,55	0,65	92,78	0,59	93,27	0,55	94,68
0,68	92,46	0,65	92,89	0,58	92,91	0,54	93
0,68	92,27	0,65	92,98	0,58	93,29	0,54	93,41
0,68	92,59	0,64	92,33	0,58	93,32	0,54	93,82
0,68	92,34	0,64	92,86	0,58	93,27	0,54	93,44
0,68	92,41	0,64	92,85	0,58	93,12	0,53	93,24
0,68	92,6	0,64	92,72	0,58	92,91	0,53	94,14
0,68	92,15	0,64	92,89	0,58	92,84	0,53	94,14
0,68	92,69	0,63	93,04	0,58	92,87	0,52	93,67
0,67	92,68	0,63	92,55	0,58	92,82	0,52	94,66
0,67	92,45	0,63	92,6	0,58	92,83	0,51	94,11
0,67	92,14	0,63	92,6	0,58	93,03	0,51	94,48
0,67	92,47	0,62	92,4	0,57	93,21	0,51	94,72
0,67	92,39	0,62	92,35	0,57	93	0,51	94,54
0,66	92,63	0,62	92,41	0,57	93,07	0,51	94,66
0,66	92,5	0,62	92,76	0,56	93,42	0,51	93,81
0,66	92,57	0,62	93,26	0,56	93,49	0,51	93,71
0,66	92,46	0,6	92,48	0,56	93,12	0,5	94,78
0,66	92,68	0,6	92,35	0,56	93,18	0,5	94,39
0,65	92,44	0,6	92,4	0,56	93,06	0,5	94,19
0,65	92,6	0,6	93,24	0,56	93,16	0,5	94,5
0,65	92,48	0,6	93,04	0,56	93,89	0,5	94,73
0,65	92,7	0,6	92,88	0,56	93,13	0,5	93,97
0,65	92,58	0,6	93,25	0,56	93,21	0,5	93,95
0,65	92,3	0,59	93,15	0,56	93,84	0,49	93,82

Fonte: Autoria própria (2019).

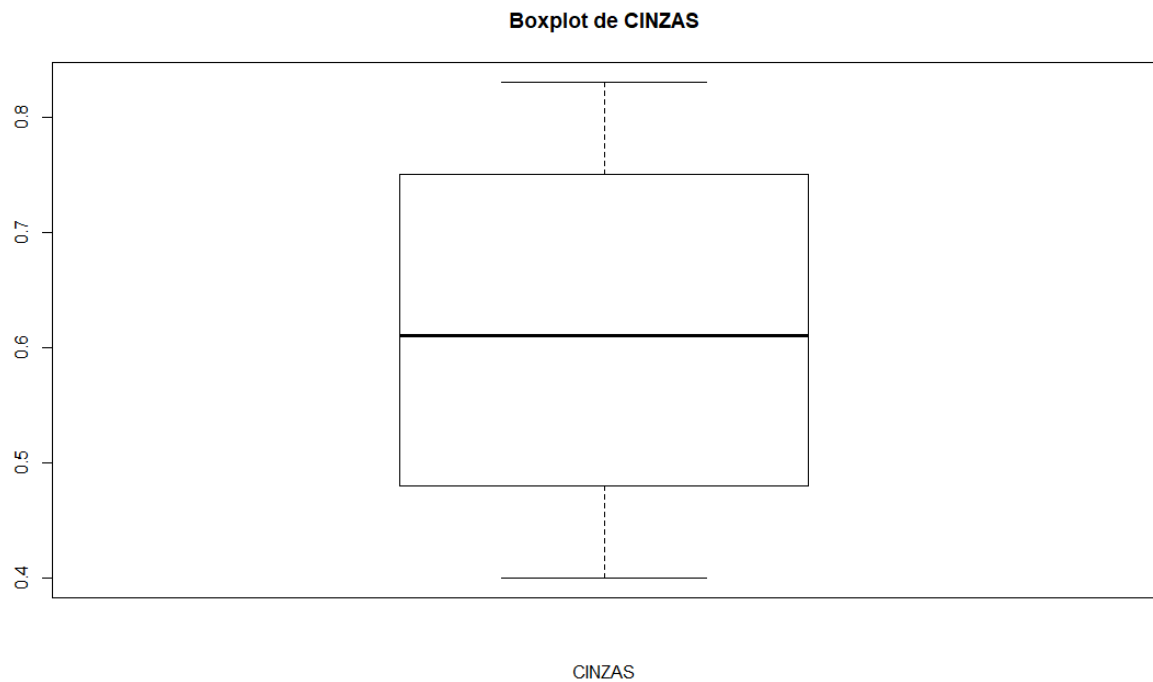
Tabela 6 – Continuação dos dados da tabela 5

CINZAS	L*	CINZAS	L*	CINZAS	L*	CINZAS	L*
0,49	94,8	0,47	94,72	0,44	94,47	0,4	94,84
0,49	94,69	0,46	94,1	0,44	94,67	0,4	94,89
0,49	94,69	0,46	94,02	0,44	94,92	0,4	94,91
0,49	94,64	0,46	94,06	0,44	94,92	0,4	94,96
0,49	94,59	0,46	94,23	0,43	94,47	0,4	94,96
0,49	94,56	0,46	94,2	0,43	94,84	0,4	94,97
0,49	94,22	0,46	94,25	0,43	94,86	0,4	95,01
0,49	94,05	0,46	94,01	0,42	94,24	0,4	95,03
0,49	94,1	0,46	93,94	0,42	94,44		
0,49	94,99	0,46	94,07	0,42	94,5		
0,48	94,2	0,46	94,21	0,42	94,71		
0,48	94,1	0,46	94,31	0,42	94,89		
0,48	94,07	0,45	94,31	0,42	94,91		
0,48	93,9	0,45	94,18	0,42	94,91		
0,48	93,87	0,45	94,18	0,42	94,94		
0,48	93,77	0,45	94,46	0,42	95		
0,48	93,86	0,45	94,48	0,42	94,85		
0,47	94,03	0,45	94,76	0,41	94,34		
0,47	94,01	0,45	94,87	0,41	94,51		
0,47	93,9	0,45	94,92	0,41	94,66		
0,47	94,01	0,44	94,14	0,41	94,77		
0,47	93,96	0,44	94,23	0,41	94,77		
0,47	94	0,44	94,31	0,41	94,9		
0,47	94,04	0,44	94,36	0,4	94,48		
0,47	94,02	0,44	94,43	0,4	94,61		
0,47	93,95	0,44	94,45	0,4	94,65		

Fonte: Autoria própria (2019).

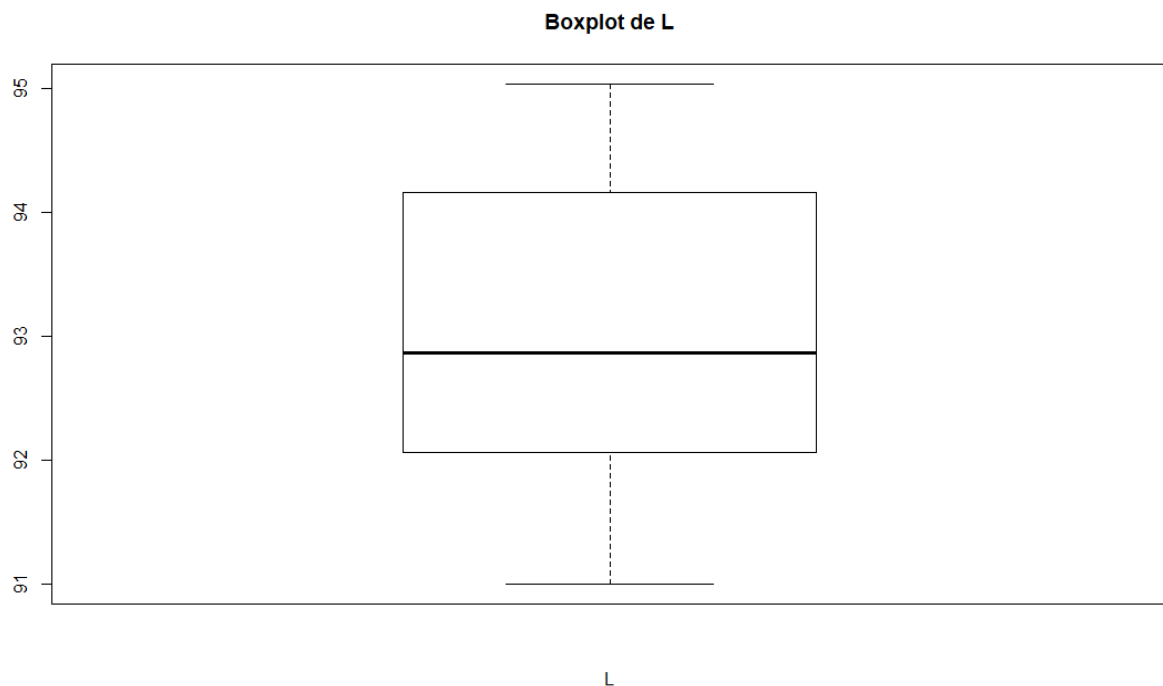
Para uma melhor visualização das tabelas, construiu-se um gráfico de boxplot, que é um recurso visual onde resume os dados para exibir a mediana, quartis e os valores pontuais máximos e mínimos. Portanto, apresenta valores de tendência central, dispersão e simetria dos dados agrupados, basicamente o boxplot compõe um recurso específico para detectar tendências e contribui para melhorar a interpretação de dados (VALLADARES NETO *et al.*, 2017).

Gráfico 1 – Boxplot cinzas



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Gráfico 2 – Boxplot L*



Fonte: Autoria Própria, 2019.

O processo de moagem se inicia com a quebra do grão e sucessivas abrasões que originam duas farinhas distintas: tipo 1 e tipo 2. Segundo a Instrução Normativa número 8 de 02 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e

Abastecimento, as farinhas Tipo 1 pode apresentar teores de cinzas de até 0,80 % e para Tipo 2 entre 0,80% até 1,40%.

Os ensaios em questão podem ser analisados da seguinte forma:

- Variável Resposta: CINZAS com 292 amostras;
- Covariável: L*: COLORIMETRIA NA FARINHA BRANCA com 292 amostras. Primeiramente, foi realizada uma análise exploratória dos resultados a fim de verificar a distribuição da variável e covariável, para se avaliar como ambas se comportam quando estão juntas. A covariável entre duas variáveis aleatórias é uma medida estatística do grau para o qual as duas variáveis se movem juntas.

Tabela 7 – Resultado Variável x Covariável

CINZAS	L*
Mínimo: 0,40	Mínimo: 91,0
Mediana: 0,610	Mediana: 92,9
Média: 0,609	Média: 93,1
Máximo: 0,830	Máximo.: 95,0

Fonte: Autoria própria (2019).

De acordo com Tabela 7 podemos verificar que a variável CINZA tem o valor mínimo de 0,4 e o máximo de 0,83 com média de 0,609. A covariável L tem o valor mínimo de 91 e o máximo de 95,03 com média de 93,06.

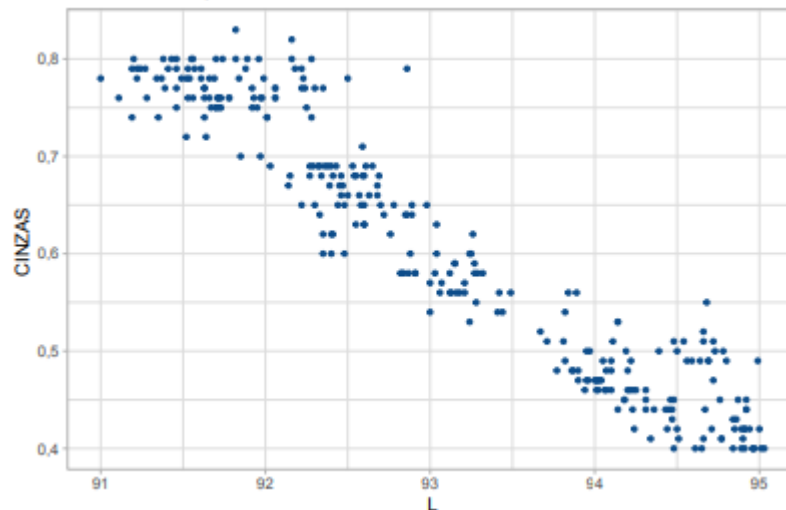
5.1 DISPERSÃO

O diagrama de dispersão é um gráfico onde pontos no espaço cartesiano XY são usados para representar simultaneamente os valores de duas variáveis quantitativas medidas em cada conjunto de dados (SHIMAKUR, 2012). Técnicas estatísticas e matemáticas são úteis para o desenvolvimento, melhoria e otimização de processos produtivos. Os efeitos transmitidos por esses fatores são denominados efeitos na dispersão (*dispersion effects*). O conhecimento desses efeitos possibilita um ajuste nos fatores que propicia a minimização da variância resposta (VIEIRA, 2009).

Conforme Gráfico1 observou-se que existe uma correlação negativa entre o teor de cinzas e L*, ou seja, conforme as cinzas aumentam o valor de L* diminui, assim expondo a existência de uma correlação entre as variáveis, com altos valores

de uma, relacionada a baixos valores da outra variável, se não houvesse correlação entre elas, os pontos estariam distribuídos ao meio do gráfico sem alguma tendência, o gráfico de dispersão nos fornece uma ideia do tipo e extensão da correlação entre as duas variáveis, com isso, também foi medido a relação entre as variáveis, aplicando o coeficiente de correlação(r).

Gráfico 3 – Dispersão Cinza x L*



Fonte: Autoria própria (2019).

Em função do resultado do Gráfico 1, se fez o coeficiente de correlação, para avaliar qual nível de relação entre as variáveis. O coeficiente de correlação (r) pode variar de $-1,00$ a $+1,00$, com um coeficiente de $+1$, indicando uma correlação linear positiva perfeita. Um coeficiente de correlação de -1 indica correlação linear perfeita negativa, com os escores padronizados exatamente iguais em valores absolutos, diferindo apenas no sinal. Uma correlação de $+1$ ou -1 é raramente observado. O mais comum é que o coeficiente fique situado no intervalo entre estes dois valores. Um coeficiente de correlação “0” significa que não existe um relacionamento linear entre as duas variáveis (VIALI, 2012).

O coeficiente de correlação de Pearson é atribuído ao autor Karl Pearson, a origem desse coeficiente afirma que correlação é uma medida de associação ao relacionamento entre duas variáveis, ou seja, o coeficiente de correlação de Pearson (r) é uma medida de associação linear entre variáveis (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2009).

Assim usamos o coeficiente de correlação de *Pearson* (r) para medir o grau da correlação linear entre as variáveis cinza e L*.

Tabela 8 – Correlação de *Pearson*

Correlação de Pearson
CINZAS X L
t = -54, df = 290, p-valor < 0,00000000000000002 ou $2e^{-16}$
Hipótese alternativa: correlação verdadeira não é igual a 0.
95 intervalos de confiança percentual:
-0,9632 -0,9423
Estimativas de amostra:
-0,9539

Fonte: Autoria própria (2019).

A partir dos resultados, os dois valores de *p-valor* são menores do que o nível de significância de 0,05, com isso a distribuição dos dados é significativamente diferente da distribuição normal. Isto é, não podemos assumir a normalidade ¹o *p-valor* do teste é $2e^{-16}$, que é menor que o nível de significância $\alpha = 0,05$. Podemos concluir que cinzas e L* estão significativamente correlacionadas com um coeficiente de correlação de -0,95, que nos indica uma correlação forte negativa entre as 2 variáveis, ou seja, são altamente correlacionadas, em que apenas a variável L* pode ser aleatória.

Os valores de cinzas são aleatórios, pois eles dependem não apenas de L*, mas também de outras variáveis que não estão sendo apresentadas neste experimento. Estas variáveis não apresentadas são consideradas “erro”.

5.1.1 Hipótese do teste

O objetivo deste teste foi verificar se os dados amostrais trazem evidências que apoiem ou não uma hipótese (estatística) formulada. A ideia central deste procedimento foi supor verdadeira a hipótese em questão e verificar se a amostra observada é verdadeira nessas condições (RODRIGUES, 2015).

Com isso aplicamos o teste de Shapiro-Wilk (W) para avaliar se uma amostra tem distribuição Normal (ANJOS, 2005). Todos os testes pressupõem a

¹ No resultado acima:

- t é o valor da estatística do teste t (t = -54),
- df é o grau de liberdade (df = 290),
- p-valor é o nível de significância do teste t (p-valor = $2e^{-16}$)
- Intervalo de confiança do coeficiente de correlação a 95%
- estimativas da amostra é o coeficiente de correlação (r = -0,9539)

hipótese de normalidade dos dados (H_0), retornando um p-valor $> 0,05$ se resultarem na aderência aos parâmetros de normalidade (MIOT, 2017).

Conforme o nível de significância α definido rejeita-se ou não a hipótese nula dependendo do valor de W , que é a estatística calculada para a amostra, o valor de W é variável com o tamanho amostral e o nível de significância α (SANTOS, 2016).

Abaixo foi verificado qual o tipo de distribuição das variáveis, assim utilizando o teste de Shapiro-Wilk para testar a hipótese de normalidade.

- Hipótese nula: os dados são normalmente distribuídos;
- Hipótese alternativa: os dados não são normalmente distribuídos.

Tabela 9 – Hipótese do teste

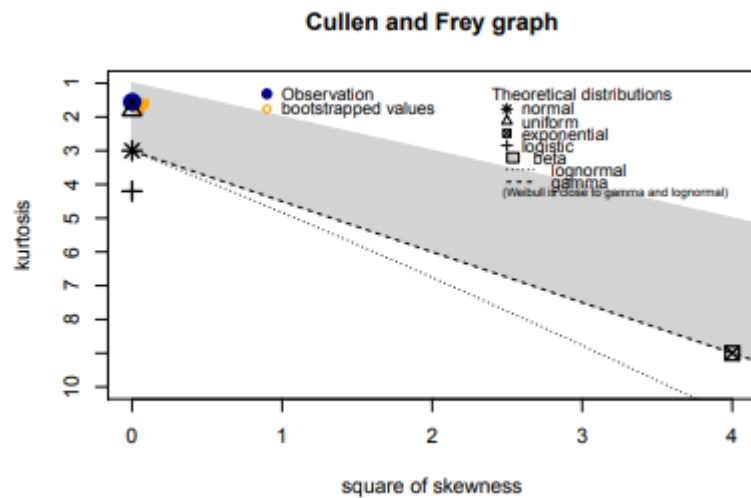
Teste de normalidade de Shapiro-Wilk	Teste de normalidade de Shapiro-Wilk
CINZAS	L*
W = 0,92, p-valor = $1e^{-11}$	W = 0,93, p-valor = $3e^{-10}$

Fonte: Autoria própria (2019).

O p-valor está relacionado com a significância do resultado. O valor W é resultante do teste de Shapiro-Wilk que mede estatisticamente se a amostra aleatória provém de uma distribuição normal ou não. Quando o W for mais próximo de 1, indica que há mais chances da amostra vir de uma distribuição normal (TORMAN, 2012). Conforme avaliado na Tabela 9, o resultado de W de ambas as variáveis estão próximo de 1, assim indicando uma distribuição normal entre elas.

Foram construídos os gráficos de Cullen e Frey, que usa os dados em estudo e cria um gráfico, através da comparação com uma distribuição normal, se torna uma ferramenta útil para perceber, numa primeira fase, qual ou quais as melhores distribuições teóricas, de entre as várias possíveis, para o conjunto de dados (MORAIS, 2015). Na figura 4 tem-se a distribuição da densidade empírica da variável resposta cinza e a distribuição acumulada, além do gráfico de Cullen e Frey.

Figura 4 – Gráfico de Cullen e Frey



Fonte: Autoria própria (2019).

Na figura 4 de Cullen e Frey observa-se que a distribuição da variável resposta está próxima de uma distribuição uniforme, vemos a observação na cor azul e as simulações de valores na cor amarela.

Na tabela 10, foi esboçado o resumo dos dados do presente trabalho até o momento.

Tabela 10 – Estatística resumida

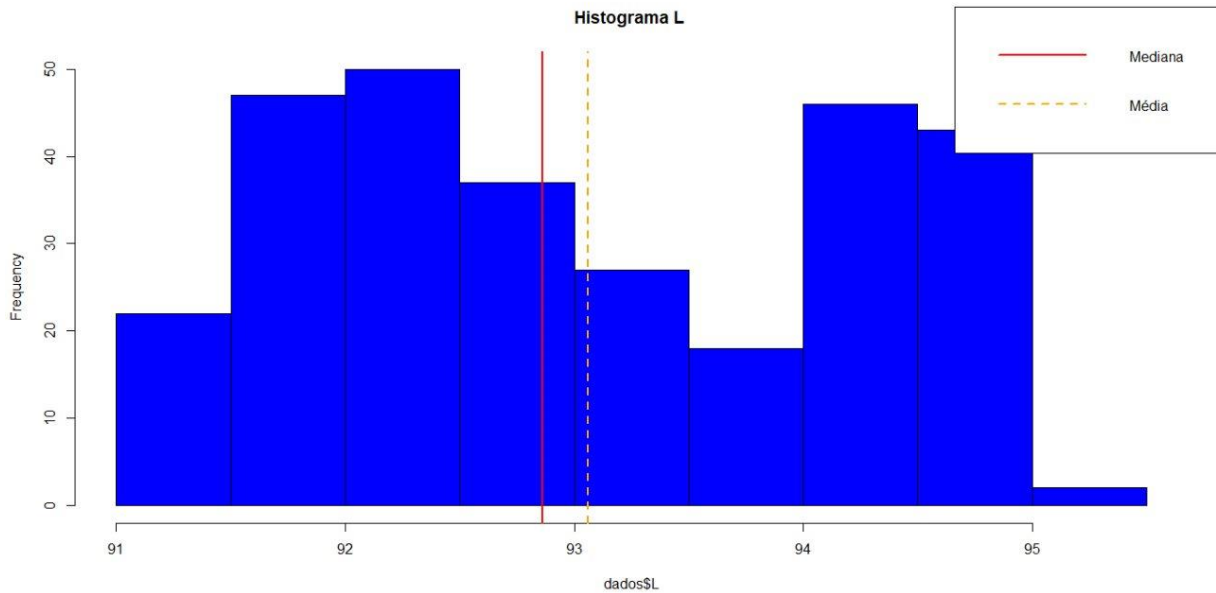
Estatísticas resumidas
min: 0,40 max: 0,83
media: 0,61
Assimetria estimada: -0,02411
Curtose estimada: 1,559

Fonte: Autoria própria (2019).

Na tabela 10, podem-se avaliar as medidas de assimetria e curtose complementam as medidas de posição e de dispersão no sentido de proporcionar uma descrição e compreensão mais completa das distribuições de frequências. Estas distribuições não diferem apenas quanto ao valor médio e à variabilidade, mas também quanto a sua forma (assimetria e curtose). Uma distribuição de valores sempre poderá ser representada por uma curva (gráfico). Essa curva, conforme a distribuição pode apresentar várias formas. Se considerarmos o valor da moda da distribuição como ponto de referência, vemos que esse ponto sempre corresponde ao valor de ordenada máxima, dando-nos o ponto mais alto da curva representativa da distribuição considerada, logo a curva será analisada quanto à sua assimetria. Já

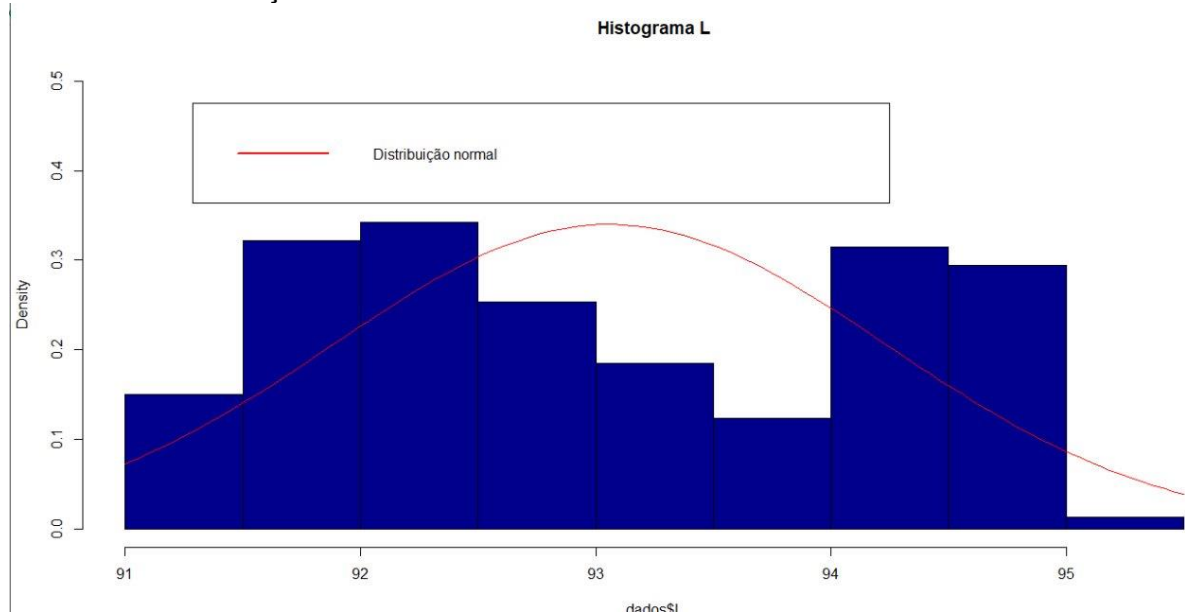
Medidas de Curtose ou de Achatamento, apresenta até que ponto a curva representativa de uma distribuição é a mais aguda ou a mais achatada do que uma curva normal, de altura média (LOPES, 2003).

Gráfico 4 – Histograma L



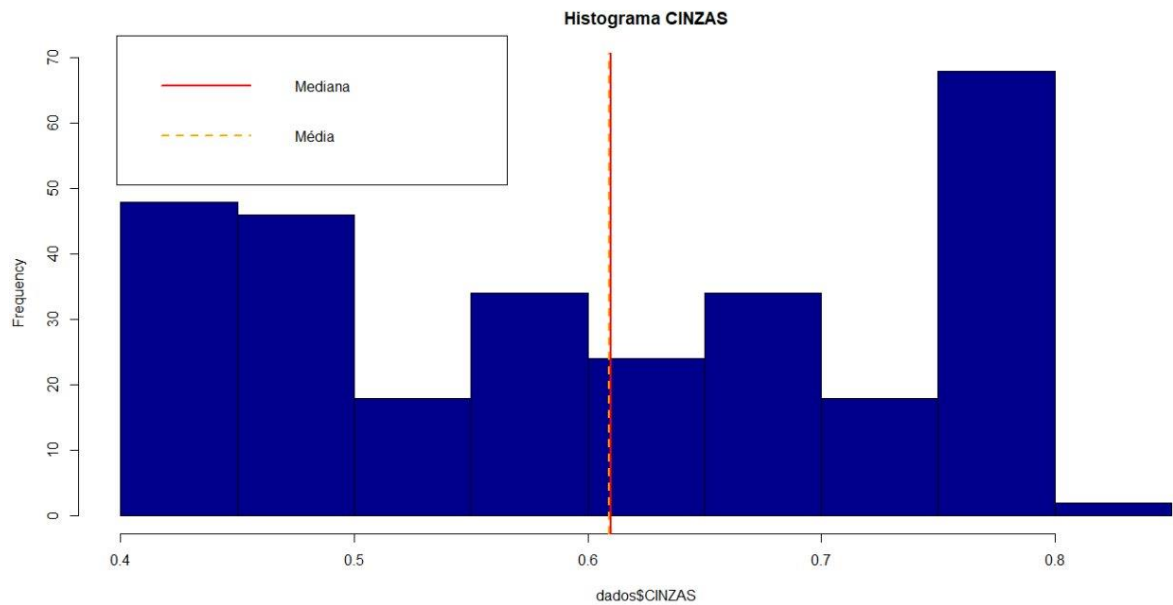
Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 5 – Distribuição normal L



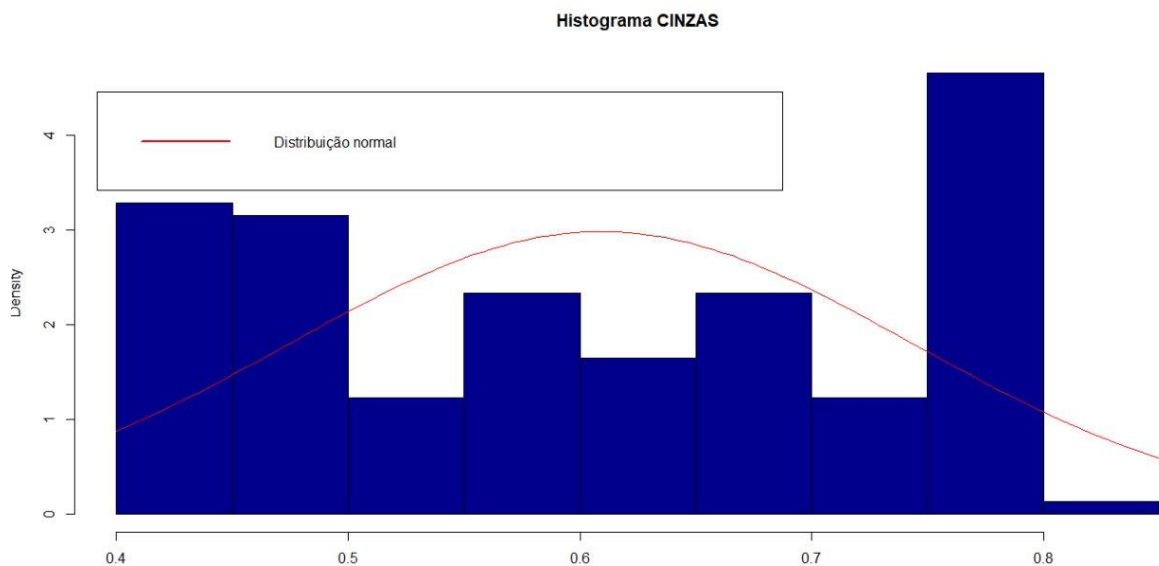
Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 6 – Histograma cinzas



Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 7 – Distribuição normal cinzas



Fonte: Autoria própria (2019).

Conforme avaliado nos gráficos 4 e 7, foram aplicado teste de normalidade para avaliar qual assimetria os dados se comportam, assim observou-se que os mesmo uma Distribuição Simétrica com curva Leptocúrtica em que exibe uma curva mais alta do que a normal. Apresenta o topo relativamente alto, significando que os valores se acham mais agrupado em torno da moda (LOPES, 2003).

5.1.2 Modelo proposto - regressão linear

A análise de regressão linear tem como objetivo, verificar a existência de uma relação funcional entre uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes. Ou seja, consiste na obtenção de uma equação que tenta explicar a variação dos níveis das variáveis independentes (PETERNELLI, 2017).

A fórmula matemática da regressão linear pode ser escrita como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x + e.$$

Onde:

β_0 e β_1 são conhecidos como coeficientes ou parâmetros de regressão beta

β_0 : é o intercepto da linha de regressão; esse é o valor previsto quando $x = 0$.

β_1 : é a inclinação da linha de regressão.

e : é o termo de erro (também conhecido como os erros residuais), a parte de y que pode ser explicada pelo modelo de regressão

Matematicamente, os coeficientes betas (β_0 e β_1) são determinados para que a Soma Residual de Quadrados (RSS) ou *Ordinary Least Squares* (OLS) seja o mínimo possível. Este método de determinação dos coeficientes beta é tecnicamente chamado de regressão por regressão de mínimos quadrados ordinários (OLS).

Uma vez que os coeficientes betas são calculados, um teste t é realizado para verificar se esses coeficientes são significativamente diferentes de zero. Um coeficiente beta diferente de zero significa que existe uma relação significativa entre os dados (x) e a variável de resultado (y).

Erro padrão residual ficou expresso em:

- 0,0402 em 290 graus de liberdade Múltipla;
- R-quadrado: 0,91;
- F-estatística: 2,93e + 03 em 1 e 290 DF, valor p: $<2e^{-16}$.

O erro padrão residual é o desvio padrão dos valores previstos da variável dependente ao redor da linha de regressão estimada, em que o erro padrão residual é uma medida da proximidade dos valores estimados. Ela deve estar próxima de zero, pois é o resíduo (BERTOLO, 2017).

Os graus de liberdade são o número de pedaços de informações independentes que são usadas para estimar os parâmetros de regressão. No cálculo dos parâmetros de regressão, usamos os seguintes pedaços de informações:

- A média das variáveis dependente.
- A média das variáveis independentes (BERTOLO, 2017).

O R-quadrado é a porcentagem da variação da variável dependente explicada pela variável independente(s) (BERTOLO, 2017). O R^2 com 0,91 indicam que as variáveis independentes explicam 91% da variação da variável dependente.

A estatística-F é uma medida de quão bem um conjunto de variáveis independentes, como um grupo, explica a variação na variável dependente.

Na tabela 11, temos a obtenção de uma equação através da estimativa do intercepto (β_0).

Tabela 11 – Estimativa do Intercepto(β_0)

Interceptar(β_0)	10,73675
L^*	-0,10883

Fonte: Autoria própria (2019).

A Equação 4 da linha de regressão estimada pode ser escrita da seguinte forma:

$$\text{Teor de cinzas} = 10,73 - 0,1088 \times L$$

Equação 4, onde L é cor.

O intercepto (β_0) é 10,73., sendo interpretado como a unidade de CINZAS prevista para um valor de zero de L^* , o coeficiente beta de regressão para a variável $L^*(\beta_1)$, também conhecido como declive, é -0,1088. Isto significa que, para cada unidade de L^* , podemos esperar um decréscimo de 0,1088 unidades de CINZAS.

EXEMPLO:

Quando tivermos um L^* 80,00 teremos: CINZAS = $10,73 - 0,1088 \times 80 = 2,02\%$

Quando tivermos um L^* 90,00 teremos: CINZAS = $10,73 - 0,1088 \times 90 = 0,94\%$

Conforme o exemplo acima, os resultados são inversamente proporcional, assim afirmando o resultado do teste de dispersão (Gráfico 1), ou seja, quanto maior o valor de L^* menor o teor de cinzas.

Noreto (2009), também afirma que os minerais estão presentes em maior quantidade na casca do trigo, portanto quanto mais escura for à farinha maior será a quantidade de minerais presentes em seu interior.

5.2 ANÁLISE DE RESÍDUOS

Na Regressão Linear as suposições do modelo ajustado precisam ser validadas para que os resultados sejam confiáveis. Assim é chamado de Análise dos Resíduos um conjunto de técnicas utilizadas para investigar a adequabilidade de um modelo de regressão com base nos resíduos. O resíduo é dado pela diferença entre a variável resposta e a variável estimada, isto é a ideia da análise dos resíduos é que, se o modelo for apropriado, os resíduos devem refletir as propriedades impostas pelo termo de erro do modelo (TEIXEIRA, 2019).

Através da tabela 12 podemos avaliar os resíduos do modelo, em que eles devem estar em torno de zero.

Tabela 12 – Resíduos do modelo

Mínimo	1Q	Media	3Q	Máximo
-0,08638	-0,02978	-0,00466	0,01982	0,15912

Fonte: Autoria própria (2019).

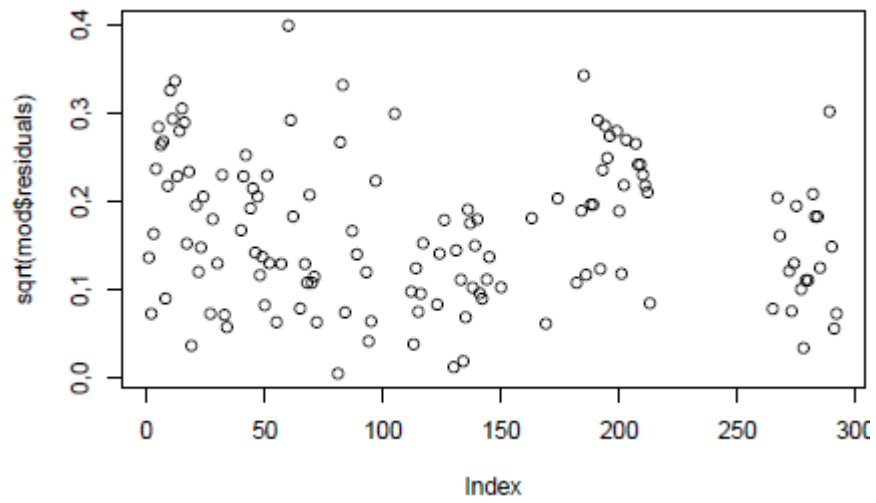
Conforme descrito na tabela 12 estas informações são utilizadas para tomada de decisão e formação de modelos estatísticos paramétricos. Definiremos como:

- Mínimo: menor elemento da amostra;
- Máximo: maior elemento da amostra.

Quartis (1Q e 3Q): São valores dados a partir do conjunto de observações ordenado em ordem crescente, que dividem a distribuição em quatro partes iguais. O primeiro quartil, 1Q, é o número que deixa 25% das observações abaixo e 75% acima, enquanto que o terceiro quartil, 3Q, deixa 75% das observações abaixo e 25% acima (TEIXEIRA, 2019).

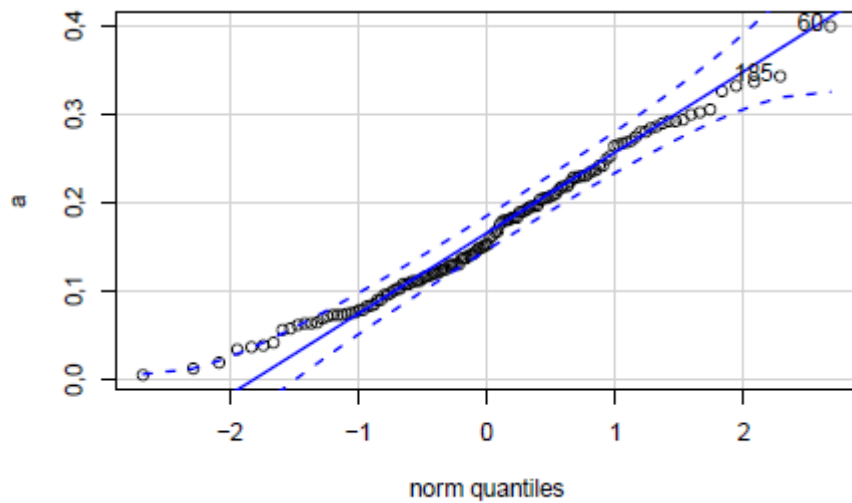
A análise dos resíduos é constituída por um conjunto de técnicas para avaliar a distribuição em estudo avaliando o comportamento da variável resposta e ainda identificando a presença de possíveis pontos extremos no conjunto de dados.

Gráfico 8 – Distribuição dos dados



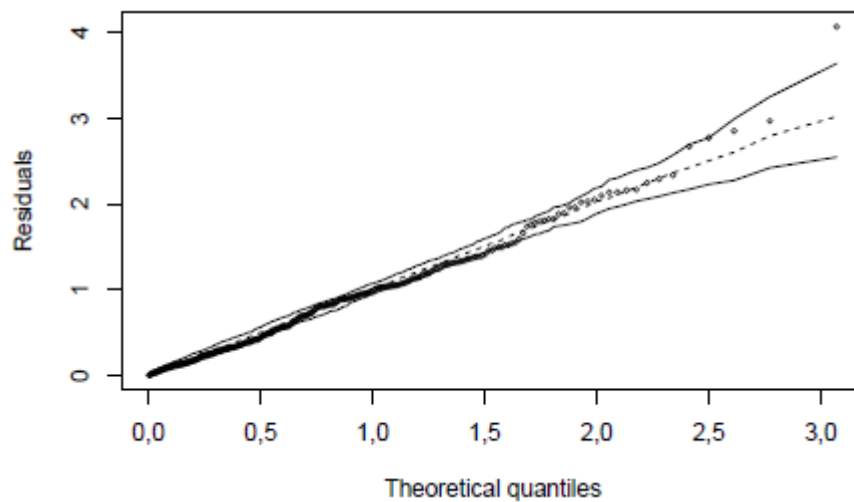
Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 9 – Envelope



Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 10 – Envelope



Fonte: Autoria própria (2019).

Gráfico 10 é conhecido como Quantil-Quantil, ou como gráfico envelope são de fato um gráfico do quantil amostral versus o quantil esperado sob normalidade. Podem ser usados para validar outras distribuições diferentes da normal. Quando a configuração de pontos no gráfico se aproxima de uma reta, a suposição de normalidade é sustentável. A normalidade é suspeita se houver pontos que se desviam do comportamento linear. A forma como os pontos se desviam do comportamento linear pode fornecer pistas sobre a natureza da não normalidade das observações. Conhecida a razão da não normalidade dos dados, ações corretivas podem ser tomadas: transformações visando normalizar os dados ou uso de técnicas para dados não normais (JOHNSON, 2011).

Vemos 2 amostras extremas (amostra 60 e amostra 185), isso indica que esses dados são *outliers*, ou seja, dados com valores muito discrepantes dos demais. Podemos observar estes dados com melhor clareza no gráfico 8, onde apenas 1 ponto sai para fora do envelope.

Observou-se que farinhas do Tipo 1, que possuem menores teores de cinzas apresentaram valores de “L” que variam de 91 a 95,03 e farinhas do Tipo 2 apresentaram valores a baixo de 91, ou seja, apresentaram uma coloração mais escura devido a presença de maior teor de farelo incorporado a farinha.

6 CONCLUSÃO

Com os resultados encontrados neste trabalho, o modelo ajustado e os resíduos em geral estão bem satisfatórios, o R^2 é o coeficiente de determinação, esse valor nos indicou um modelo com 91% de explicação. Isto indica que sim, existe uma forte correlação entre eles e que o modelo matemático encontrado pode ajudar a indústria moageira com uma prévia do resultado de cinzas, assim também evitando os riscos de acidentes de trabalhos, como queimaduras e fumaça. Desta forma, foram feitos testes práticos no dia-a-dia da produção da indústria moageira patrocinada, haja vista, que no momento a mesma utiliza trigos de várias regiões do país, através dos testes, conclui-se que o modelo matemático, pode ser utilizado em farinhas tipificadas com menor teor de cinzas, e como mesmo padrão de trigo, pois em casos das composições de farinhas que possuem alta pigmentação (tipo 2) e que apresenta valor L^* não coerente, o modelo matemático não coincide com resultado original (prática), isso se origina devido algumas composições que aquela determinada farinha possui e que esteja excessivamente pigmentada (teor de cinzas elevado). O genótipo do trigo também influencia, como por exemplo, se é trigo importado ou trigo nacional, assim o modelo matemático fica indicado somente para farinhas mais puras, que possui menor teor de cinzas. Com isso, serão necessários mais estudos para se avaliar a composição das farinhas referente à tipificação de cada uma delas e seu genótipo.

REFERÊNCIAS

- ADITIVOS & INGREDIENTES. **Farinhas**: De trigo, de outros cereais e de outras origens. São Paulo, Insumos, 2015, p. 42-56. Disponível em: http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/98.pdf. Acesso em: 22 jul. 2019.
- ALDREAD, D.; MAGAN, N. Prevention strategies for trichothecenes. **Toxicology Lattes**, v. 153, n. 1, p. 165-171, 2004.
- ALI, Shahzad; XU, Yueyue; JIA, Qianmin; AHMAD, Irshad; TING, Wei; REN, Xiaolong; ZHANG, Peng; RUIXIA, Din; LAÇO, Cai; JIA, Zhikuan. Cultivation techniques combined with déficit irrigation improves winter wheat photosynthetic charecteristics, dry matter translocations and water use efficiency under simulated rainfall conditions. **Agricultural Water Management**, v. 201, p. 207-218. 31 mar. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377418300660>. Acesso em: 22 jul. 2019.
- ALVES, L. F. P.; SOUZA, A. L. B.; CARMO, Q. D. S.; SILVA, T.; ALVES, T. F. P. Beneficiamento e Processamento para a produção da Farinha de Trigo. **Anais... VII EEPA - VII Encontro de Engenharia de produção agroindustrial**. 11 a 13 nov. 2013, p. 1-10.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods of Analysis**, 10th ed. St. Paul, MN, U.S.A.: AACC, 8 nov. 2000.
- AMERICAN ASSOCIATON OF CEREAL CHEMISTS. **Method 08-02.01**: Ash in Farina and Semolina. Final approval april 13, 1961. Reapproval Novembre 3, 1999.
- ANJOS, A. **Teste de Shapiro-Wilk para normalidade**. 15 abr. 2005. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~aanjos/CE213/ce213/node8.html>. Acesso em: 07set. 2019.
- ANTUNES, P. I. C. **Aplicação do método da capacidade de retenção de solventes na determinação da qualidade de farinhas panificáveis**. Lisboa, 2014, 76f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova. Lisboa, 2014.
- ARAUJO, G. E.; FERNANDES, S. N. Determinação da umidade em farinhas de trigo utilizando o método clássico de análise e a termogravimetria (TG). **Anais... 47º CBQ**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 17 a 21 set. 2007.
- ARGANDONA, E. J. S.; MALDONADE, I. R.; BREDAS, C. A.; JUSTI, P. N.; ALVES, A. V. **Roteiro de aulas práticas da disciplina de análise de alimentos**. Dourados: UFGD, 2017.
- ARIAS, G. Trigo na América do Sul. In: CUNHA, G. R. (org.). **Trigo 500 anos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999, p. 59-62.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. **Cresce produtividade da cultura do trigo, diz Abitrigo**. 17 jul. 2019. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/trigo/238991-cresce-produtividade-da-cultura-do-trigo-diz-abitrigo.html#.XTXPYI5Kh1s>. Acesso em: 22 jul. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. **Site oficial**. 2014. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/index.php>. Acesso em: 08 out. 2016.

BALHMANN, C. L.; LANZARINI, D. P. **Estudo reológico e físico-químico das farinhas de trigo destinadas a panificação produzidas em moinhos da região de Francisco Beltrão**. Francisco Beltrão, 2013, 32f. Monografia (Tecnólogo em Alimento) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Francisco Beltrão. Francisco Beltrão, 2013.

BARROS, P. P. S. **Cultivo do trigo**. 13 ago. 2009. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAARdMAL/cultivo-trigo?part=2>. Acesso em: 01 jul. 2019.

BERTOLO, L. A. **Correlação e regressão**. 2017. Disponível em: <http://www.bertolo.pro.br/AdminFin/AnallInvest/NotasSobreRegressao.pdf>. Acesso em 09 set. 2019.

BIOTRIGO. **Especial trigo: Importância social**. 24 jul. 2017. Disponível em: <http://biotrigo.com.br/bionews/especial-trigo-importancia-social/1263>. Acesso em: 30 out. 2017.

BOEN, T. R.; SOEIRO, B. T.; PEREIRA FILHO, E. R.; PALLONE, J. A. L. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 4, out./dez., 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v43n4/11.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2019.

BOL, E. K. **Estimativa da exposição a zearalenona, ocratoxina a e aflatoxina b1 através do consumo de bolo, biscoito e massa considerando os efeitos do processamento desses alimentos**. Porto Alegre, 2016, 42f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. L. **Tecnologia de panificação e confeitaria**. Recife: EDUFRPE, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução CNNPA nº 12, de 1978, foi revogado pela Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Aprova o regulamento técnico sobre a maneira que a farinha de trigo deve ser produzida. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 jul. 1996.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Legislação em vigilância Sanitária**. 2006. Disponível em: www.anvisa.gov.br/e-legis. Acesso em: 03 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº7 de 15 de agosto de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo. **Diário Oficial da União**. Brasília, 15 ago. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da União**. Brasília, n. 105, p. 91, Seção 1, 3 jun. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 38 de 30 de novembro de 2010. Estabelecer o Regulamento Técnico do Trigo, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 nov. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Mapa nº 38, de 30 de novembro de 2010**. Disponível em: <https://futurelegis.com.br/legislacao/63192/Instru%C3%A7%C3%A3o-Normativa-Mapa-N%C2%BA-38-de-30-11-2010>. Acesso em: 16 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Trigo**. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/trigo>. Acesso em: 02 out. 2016.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. **Diário Oficial da União**. Brasília, 22 jul. 1996.

BRASIL. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. **Diário Oficial da União**. Brasília, 24 jul. 1978.

CAMPONOGARA, A.; GALLIO, E.; BORBA, W. F.; GEORGIN, J. O atual contexto da produção de trigo no Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão de Educação e Tecnologia Ambiental**. Universidade Federal de Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 246-257, maio/ago. 2015. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/15437/pdf_1. Acesso em: 25 out. 2019.

CAROLLO, C. M.; CONCEIÇÃO, L. **Farinha de trigo**. UFRGS, 2000. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/farinha/farinha.htm> Acesso em 25 jul. 2019.

CARREIRA, R. L.; SILVA, V. M.; LIMA, L. G.; MORAIS, H. A.; SILVESTRE, M. P. C. Perfil peptídico de hidrolisados proteicos da farinha de trigo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 481-489, out./dez. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632011000400004. Acesso em: 15 out. 2019.

CEPEA. **Trigo/PERSPEC 2019**: Menor estoque e necessidade de importação podem elevar preços. 17 jan. 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/trigo-perspec-2019-menor-estoque-e-necessidade-de-importacao-podem-elevar-precos.aspx>. Piracicaba, SP. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **A cultura do trigo**. Brasília, 2017. Disponível em:

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_03_16_09_46_a_cultura_do_trigo_versao_digital_nova_logo.pdf. Acesso em: 16 out. 2017.

COSTA, M. G.; SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importadas. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220-225, jan./mar. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/30.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.

COSTA, R. S.; LEITE, D. M.; RIBEIRO, L. S.; BATISTA, L. P.; BRITO, M. S.; SANTANA, R. F. Avaliação do teor de gluten úmido e glúten seco de farinhas de trigo comercializadas em Vitória da Conquista-BA. **Anais... 4ª Semana de Engenharia de Alimentos e I Simpósio de pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos**. UESB, 20 a 23 nov. 2018.

ELIAS, M. C.; LOPES, V.; GUTKOSKI, L. C.; OLIVEIRA, M.; MAZZUTTI, S.; DIAS, A. R. G. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 25-30, jan./fev., 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000100005. Acesso em: 13 out. 2019.

EMBRAPA TRIGO. **Organização e método**: Descrição dos métodos utilizados para avaliar a qualidade da farinha. Passo Fundo-RS, dez. 2009. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112_5.htm. Acesso em: 02 out. 2016.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)*. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/viewFile/3852/3156>. Acesso em: 14 out. 2019.

GALERA, J. S. **Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (Oryza sativa L.) na produção de “sonho” – estudo modelo**. São Paulo, 2006, 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) USP – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GERMANI, R. **Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliações de suas qualidades**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2007.

GERMANI, R.; CARVALHO, C. W. P. Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliação de sua qualidade. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 19-27, 2004.

GIOLO, S. R. **Análise de regressão linear**. Universidade Federal do Paraná. Departamento de estatística. Setor de Ciências Exatas. Disponível em: <https://docplayer.com.br/122293110-Ce071-analise-de-regressao-linear-prof-a-suely-ruiz-giolo.html>. Acesso em: 10 out. 2019.

GRANOTEC. **Metodologias analíticas**. Curitiba: Granotec, 2003.

GUTKOSKI, L. C.; ANTUNES, E.; ROMAN, I. T. Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 153-166, 1999. Disponível em: <http://docplayer.com.br/25239803-Avaliacao-do-grau-de-extracao-de-farinhas-de-trigo-e-de-milho-em-moinho-tipo-colonial.html>. Acesso em: 25 nov. 2019.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão tipo forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879, set./out. 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000500021. Acesso em: 01 jul. 2019.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Atividade enzimática da farinha de trigo**. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/avaliacao-farinha-trigo/item3.php>. Acesso em: 24 jun. 2019.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Cinzas**. 2014a. Disponível em: <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/avaliacao-qualidade/1c.php>. Acesso em: 03 nov. 2019.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Cor**. 2014b. Disponível em: <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/avaliacao-qualidade/1g.php>. Acesso em: 24 jun. 2019.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Trigo**. 2014c. Disponível em: <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/avaliacao-qualidade/index.php>. Acesso em: 10 out. 2019.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CEREAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. 104/1 **Determination of ash in cereals and cereal products**. 1990. Disponível em: <https://www.icc.or.at/publications/icc-standards/standards-overview/104-1-standard-method>. Acesso em: 31 jul. 2019.

JESUS JUNIOR, C.; SIDONIO, L.; MORAES, V. E. G. **Panorama das importações de trigo no Brasil**. Biblioteca Digital. BNDES Setorial 34, 2011, p. 389-420. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1602/1/A%20BS%2034%20Panorama%20das%20importa%20a7%20c%20b5es%20de%20trigo%20no%20Brasil_P.pdf. Acesso em: 25 jul. 2019.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Avaliação da suposição de normalidade**. Capítulo 4. set. 2011. Disponível em: <https://document.onl/documents/referencia-johnson-e-wichern-cap-4-setembro-de-2011.html>. Acesso em: 11 out. 2019.

KONICA MINOLTA. **Controle de cor da indústria de cuidados pessoais: Medição e Análise de cor da pele**. 2016. Disponível em: <http://sensing.konicaminolta.com.br/2016/06/controle-de-cor-da-industria-de-cuidados-pessoais-medicao-e-analise-de-cor-da-pele/>. Acesso em: 25 jul. 2019.

LANZARINI, D. P. **Controle de qualidade aplicado a farinha de trigo panificável produzida em moinhos do estado do Paraná**. Francisco Beltrão, 2015, 30f.

Monografia (Especialização em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica do Paraná, Francisco Beltrão, 2015.

LEÃO, D. P. **Avaliação comparativa do potencial de farelo de trigo comercial e pericarpo de pequi como substratos na produção de fibras com capacidade antioxidante**. Belo Horizonte, 2013, 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

LOPES, L. F. D. **Apostila estatística**. Santa Maria. Rio Grande do Sul: UFSM, 2003.

MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 2, p. 88-91. abr./jun. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jvb/v16n2/1677-5449-jvb-16-2-88.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.

MIRANDA, M. Z. **Trigo: Germinação e posterior extrusão para obtenção de farinha integral extrusada de trigo germinado**. Embrapa, dez. 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852529/1/pdo74.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2019.

MORAIS, L. M. R. **Integração da experiência humana na gestão da manutenção e na predição de avarias e necessidades de sobressalentes na Marinha**. Alfeite, 2015, 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval) – Escola Naval, Alfeite, 2015.

VALLADARES NETO, J.; SANTOS, C. B.; TORRES, E. M.; ESTRELA, C. Boxplot: Um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos. **Revista Odontológica do Brasil-Central**, v. 26, n. 76, p. 1-6. 2017. Disponível em: <https://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/article/download/1132/897>. Acesso em: 13 nov. 2019.

NIEVINSKI, P. G. **Trigo: Do grão à farinha (uma revisão sobre deoxinivalenol)**. Porto Alegre, 2009, 47f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

NITZKE, J. A. **A feira**. Instituto de Ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/cereais/trigo/algumas-consideracoes-sobre-a-importancia-socio-economica-do-trigo>. Acesso em: 30 out. 2017.

NORETO, L. M.; PARO, P.; FERREIRA, D. T. L. Correlação entre a cor da farinha de trigo e o teor de minerais. **Anais... I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente**. Cascavel: UNIOESTE, 28 a 30 abr. 2009.

OLIVEIRA, A. J. **Avaliação da qualidade industrial da farinha de trigo**. Palotina, 2013 (Relatório de Estágio) – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2013.

ORO, T. **Adaptação de métodos para avaliação da qualidade tecnológica de farinha de trigo integral**. Florianópolis, 2013, 195f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ORTOLAN, F. **Genótipos de Trigo do Paraná – Safra 2004**: Caracterização e fatores relacionados à alteração de cor de farinha. Santa Maria, 2006, 143f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PARO, P.; FERREIRA, D. T. Análise da relação entre o conteúdo de cinzas e a cor de farinha de trigo utilizando amostras comerciais. **Anais...** 21º Congresso de Ciências e Tecnologia de Alimentos. Belo Horizonte, 06 a 09 out. 2008.

PETERNELLI, L. A. **Capítulo 9 – Regressão linear e correlação**. 2017. Disponível em:
<http://www.dpi.ufv.br/~peterelli/inf162.www.16032004/materiais/CAPITULO9.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019.

PIRES, J. L. F. **A importância do trigo para a sustentabilidade da agricultura brasileira-RSS**. Embrapa Trigo. 26 maio 2017. Disponível em:
https://www.embrapa.br/noticias-rss/-/asset_publisher/HA73uEmvroGS/content/id/23416529. Acesso em: 07 nov. 2017.

PIZZINATTO, A.; MAGNO, C. P. R. S.; CAMPAGNOLLI, D. M. F. **Avaliação e controle de qualidade da farinha de trigo**. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas: CEPEC, 1996.

REMELGADO, T. L. T. **Qualidade e segurança alimentar no fabrico de farinhas de trigo**. Coimbra: IPC, 2016.

RENCHER, A. C.; SCHAALJE, G. B. **Linear models in statistics**. 2nd. ed. Department of Statistics, Brigham Young University, Provo, Utah: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

RODRIGUES, L. H. **Testes de hipóteses I**. Capítulo 12, Estatística básica (Bussab & Morettin, 8. ed.). 5ª aula, 23 abr. 2015. Disponível em:
<https://www.ime.usp.br/~fmachado/MAE229/AULA5.pdf>. Acesso em: 04 out. 2019.

SANTANA, H. S. **Como fazer uma análise de regressão linear simples no R**. 01 maio 2014. Disponível em: <https://posgraduando.com/como-fazer-uma-analise-de-regressao-linear-simples-no-r/>. Acesso em 02. ago. 2019.

SANTIAGO, W. E.; LIMA, D. T. F. Equivalência entre dois métodos de determinação de umidade em farinha de trigo. Faculdade Assis Gurgacz. **Anais...** I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente. Cascavel: UNIOESTE, 28 a 30 abr. 2009.

SANTOS, D. T. **Farinha de grãos**: Características e aplicações. Pelotas, 2008, 35f. Monografia (Bacharelado em Química de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

SANTOS, P. T. G. **Time Series Studio**: Uma interface gráfica para análise de séries temporais utilizando R e Shiny. Porto Alegre, 2016, 78f. Monografia (Bacharelado em Estatística) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

SCHEUER, M. P.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, Z. M.; LIMBERGER, M. V. Trigo: características e utilização na panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45095658/TRIGO_CHARACTERISTICAS_E_UTILIZAO_NA_PANIF20160426-10893-3j0hor.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTrigo_Characteristicas_e_Utilizacao_Na_Pa.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191218%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191218T222059Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=8dedea52a1656eaf1272fe3c313d21a835ece203d35d7ac253ef0c9da1053a27. Acesso em: 09 out. 2019.

SHIMAKUR, S. E. **O diagrama de dispersão**. 20 set. 2012. Disponível em: <http://leg.ufpr.br/~shimakur/CE055/node15.html>. Acesso em: 07 set. 2019.

SILVA, A. F. V.; LAURINTINO, T. K. S.; CARVALHO, L. D. B.; LIMA, R. D.; RIBEIRO, D. S. Análise de diferentes marcas de farinhas de trigo: Teor de acidez, cor e cinzas. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 18-22, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/3855/18-22>. Acesso em: 7 nov. 2019.

SILVA, K. A. **Análises reológicas e físicas-químicas da farinha de trigo de seis diferentes cultivares recomendadas para o estado do Paraná (safra 2016)**. Ponta Grossa, 2017, 33f. Monografia (Título de Tecnólogo em Alimento) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

SILVA, R. C. **Qualidade tecnológica e estabilidade oxidativa de farinha de trigo e fubá irradiados**. Piracicaba, 2003, 107f. Monografia (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SINDUSTRIGO. **Trigo**. 2014. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/sindustrigo/sobre-sindustrigo/trigo/>. Acesso em: 04 out. 2016.

SOUZA, R. **Farinha de trigo: Recepção e estocagem**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, jan. 2004. Disponível em: http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/prcerea/farina_tr/recep%C3%A7%C3%A3o-base.htm. Acesso em: 01 jul. 2019.

TEDRUS, G. A. S.; ORMENESSE, R. C. S. C.; SPERANZA, S. M.; CHANG, Y. K.; BUSTOS, F. M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 20-25, jan./abr. 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20612001000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 21 nov. 2019.

TEIXEIRA, L. S. **Análise de regressão**. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/analise-de-regressao>. Acesso em: 02 ago. 2019.

TEIXEIRA, L. S. **Análise de resíduos**. Disponível em: <http://www.portaaction.com.br/analise-de-regressao/analise-dos-residuos>. Acesso em: 07 out. 2019.

TEIXEIRA, L. S. **Quartis**. Disponível em: <http://www.portaaction.com.br/estatistica-basica/23-quartis>. Acesso em: 07 out. 2019.

TORMAN, V. B. L.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: Métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. **Revista do Hospital de Clínicas**, Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 227-234, 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/hcpa/article/view/29874/19186>. Acesso em: 14 nov. 2019.

VIALI, L. **Correlação e regressão**. Material didático. Série Estatística Básica. Texto V. 2012. Disponível em: http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila_5.pdf. Acesso em 07 set. 2019.

VIECILI, A. A.; MENEGUSSO, J. F.; PAULY, T.; FERREIRA, L. T. D. Relação entre índice de elasticidade (Ie) e força da farinha (W). **Anais...** 5ª Conferência brasileira de pós-colheita, Foz do Iguaçu, 19 a 21 out. 2010.

VIEIRA, A. F. C.; EPPRECHT, E. K. Métodos de identificação de efeitos na dispersão em experimentos fatoriais não replicados. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 1, p. 99-110, jan./mar. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n1/v16n1a10>. Acesso em: 7 nov. 2019.

VITKOSKI, F. L. **Estudo da influência do tempo de umidificação (condicionamento) do grão de trigo, na taxa de extração e parâmetros físico-químicos da farinha**. Ponta Grossa, 2015, 23f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

ZARDO, F. P. **Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. Bento Gonçalves, 2010, 46f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.