

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS  
CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

JULIA THAYNA TAVARES TEODORO

**DETERMINAÇÃO DE FERRO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE  
FARINHAS DE TRIGO E MILHO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2018

JULIA THAYNA TAVARES TEODORO

**DETERMINAÇÃO DE FERRO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE  
FARINHAS DE TRIGO E MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elciane Regina Zanatta.

Coorientador: Prof. Dr. Éder Lisandro de M. Flores

MEDIANEIRA

2018

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

JULIA THAYNA TAVARES TEODORO

## **DETERMINAÇÃO DE FERRO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE FARINHA DE TRIGO E MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 18 de junho de 2018 às 20:20 h como requisito essencial à obtenção do Grau Superior de Tecnólogo, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira pela comissão formada pelos professores:

---

**Profa. Dra. Elciane Regina Zanatta**

Orientadora

---

**Prof. Dr. Éder Lisandro de M. Flores**

Coorientador

---

**Prof. Msc. Fabio A. Bublitz Ferreira**

Responsável pelas atividades de TCC

---

**Profa. Msc. Julia Cristiê Kessler**

Convidada

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação de curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais por todo o apoio, compreensão e amor nesses últimos meses. Vocês foram e são fundamentais na minha vida.

À minha professora e orientadora Dra. Elciane Regina Zanatta, pelo voto de confiança. Muito obrigada pela paciência e por todo o conhecimento transmitido, apesar dos empecilhos e contratempos que ocorreram nestes últimos meses.

Ao professor Dr. Éder por prestar todo o suporte necessário e contribuir com o seu conhecimento na parte instrumental.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e à todos os professores, por todo o conhecimento passado.

## RESUMO

TEODORO, Julia Thayná Tavares. **Determinação de ferro e composição centesimal de farinhas de trigo e milho.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira. 2018.

Almejando diminuir os índices de anemia ferropriva no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determina, por meio da RDC nº 150 de 13 de abril de 2017, que todas as farinhas de milho e trigo fabricadas no país sejam fortificadas com ferro, com uma quantidade mínima de 4 mg e máxima de 9 mg de ferro a cada 100g do produto. Diante disto, este trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações de ferro presentes em 6 marcas diferentes, sendo três marcas de farinhas de trigo (T1, T2 e T3) e, três marcas de farinhas de milho (M1, M2 e M3), de três lotes para cada fabricante, produzidas e distribuídas na região Oeste do Paraná, bem como quantificar a composição centesimal para cada fabricante e comparar os resultados com a legislação e com os valores fornecidos nos rótulos. Os valores médios de ferro encontrados nas amostras foram: 2,58 mg/100 g para T1, 1,67 mg/100 g para T2, 1,62 mg/100 g para T3 e, 1,89 mg/100 g para M1, 1,90 mg/100 g para M2 e 2,64 mg/100 g. Todas as farinhas indicaram valores abaixo do mínimo preconizado. Tais resultados mostraram uma falta de controle durante o processo ou ainda que não houve um processo de fortificação, uma vez que estes valores estão próximos dos índices de ferro contidos naturalmente nas farinhas. Quanto à composição centesimal, apenas 1 amostra entre as 6 possuía resultados em desacordo com as legislações, apresentando um valor superior a 15% para umidade e um valor inferior a 6 g para proteínas. Em relação às divergências encontradas entre os valores obtidos com os valores expressos nas tabelas nutricionais, 3 das 6 marcas analisadas apresentaram valores distintos dos declarados pelos fabricantes.

**Palavras-chave:** Espectrofotometria. Anemia. Farinhas.

## ABSTRACT

TEODORO, Julia Thayná Tavares. **Determination of iron and centesimal composition of wheat and corn flours.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira. 2018.

Aliming to reduce the levels of iron deficiency anemia in Brazil, the National Health Surveillance Agency (ANVISA) determines, through RDC 150 of April 13, 2017, that all corn and wheat flour produced in the country be fortified with iron, with a minimum amount of 4 mg and a maximum of 9 mg of iron per 100 g of the product. The objective of this study was to evaluate the concentrations of iron present in 6 different brands, three brands of wheat flour (T1, T2 and T3) and three brands of corn flours (M1, M2 and M3), three batches for each manufacturer, produced and distributed in the western region of Paraná, as well as quantify the centesimal composition for each manufacturer and compare the results with the legislation and with the values provided on the labels. The mean iron values found in the samples were: 2.58 mg / 100 g for T1, 1.67 mg / 100 g for T2, 1.62 mg / 100 g for T3, and 1.89 mg / 100 g for M1, 1.90 mg / 100 g for M2 and 2.64 mg / 100 g. All flours indicated values below the recommended minimum. These results showed a lack of control during the process or even that there was no fortification process, since these values are close to the iron contents naturally contained in the flours. As for the centesimal composition, only 1 sample among the 6 had results in disagreement with the laws, presenting a value higher than 15% for moisture and a value lower than 6 g for proteins. Regarding the differences found between the values obtained in the values expressed in the nutritional tables, 3 of the 6 analyzed brands presented values different from those declared by the manufacturers.

**Key words:** Spectrophotometry. Anemia. Meal.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal das farinhas de trigo, com os valores descritos nos rótulos e os valores descritos em legislação. ....	22
Tabela 2 - Composição centesimal das farinhas de milho, com os valores descritos nos rótulos e os valores descritos em legislação. ....	25
Tabela 3 - Médias dos valores obtidos experimentalmente para cada fabricante. ....	28

## LISTA DE SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ASS – *Atomic Absorption Spectrometry*

EDTA-FeNa – Ácido etilenodiamino tetra-acético de Ferro e Sódio

FAAS – *Flame Atomic Absorption Spectrometry*

OMS – Organização Mundial da Saúde

PNDS – Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

WHO – *World Health Organization*

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 OBJETIVOS .....	11
2.1 OBJETIVO GERAL .....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	12
3.1 GRÃOS E FARINHAS .....	12
3.2 FERRO.....	13
3.2.1 Anemia ferropriva.....	14
3.3 FORTIFICAÇÃO DE FARINHAS.....	15
3.4 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE .....	19
4.2 DETERMINAÇÃO DE ACIDEZ .....	19
4.3 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNA .....	20
4.4 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS .....	20
4.5 DETERMINAÇÃO DE CINZAS .....	20
4.6 DETERMINAÇÃO DE FIBRA TOTAL.....	20
4.7 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS.....	20
4.8 DETERMINAÇÃO DE FERRO .....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

## 1 INTRODUÇÃO

O milho e o trigo são cereais com grande produção no Brasil. De toda a produção de milho do mês de março de 2017 no país, 1,8 milhões de toneladas foram voltadas para o consumo interno, enquanto que foi exportado, aproximadamente, 30 mil toneladas do grão (ABIMILHO, 2017). Já para o trigo, em 2017, foram produzidas 8,4 milhões de toneladas para o mercado interno, enquanto que a exportação total foi de 445 mil toneladas (ABITRIGO, 2018).

Grande parte da produção de milho e trigo é utilizada para a fabricação de farinhas. Segundo dados da Abitrigo (2015), da fabricação de farinha de trigo voltada para o consumo interno, 56% são destinados para a fabricação de produtos de panificação, como pães e bolos, 15% para a fabricação de macarrão, 10% para a fabricação de bolachas, 10% para uso doméstico e 9% para demais segmentos. Já o milho, de acordo com a Abimilho (2017), é produzido principalmente para o processamento de farinha e fubá, além de insumos para a indústria.

Sendo o Brasil rico em produção primária de grãos, conseqüentemente, também é nos produtos derivados dos mesmos. As farinhas de trigo e de milho são alimentos com elevado consumo no país, e a sua fortificação com ferro é uma estratégia importante para corrigir a sua deficiência, combatendo a anemia, principalmente a do tipo ferropriva.

Segundo o Ministério da Saúde, “a anemia por deficiência de ferro é a carência nutricional de maior magnitude no mundo”, ela está presente em todas as classes sociais, mas atinge principalmente a população mais carente. As crianças e gestantes são mais susceptíveis a esta deficiência, pois necessitam de uma maior oferta de ferro em suas dietas (BRASIL, 2007).

As conseqüências da deficiência de ferro no organismo humano são inúmeras, podendo ser reversíveis ou irreversíveis. Dentre elas, destacam-se o atraso do crescimento em crianças e do desenvolvimento psicomotor em lactentes, que ocasionam um menor rendimento intelectual e escolar na infância e adolescência. Nos adultos, ocorre uma redução da produtividade e uma maior falta de concentração (CANÇADO; CHIATTONE, 2010).

Diante de toda a problemática que a deficiência de ferro pode causar na população, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) apresenta por meio da RDC nº 150, de 13 de abril de 2017, que surgiu originalmente da Resolução RDC nº 344, de 18 de dezembro de 2002, o Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. Tal resolução estabelece a obrigatoriedade da adição de ferro e de ácido fólico em farinhas de trigo e milho pré-embaladas na ausência do cliente e prontas para oferta ao consumidor, em farinhas destinadas ao uso industrial, incluindo as de panificação, em farinhas adicionadas em pré-misturas, nas voltadas para o consumo doméstico e destinadas à exportação. Cada 100 g de farinha de trigo e de farinha de milho devem fornecer no mínimo 4 mg e, no máximo, 9 mg de ferro. Tais farinhas devem ser designadas a partir do nome convencional do produto de acordo com a legislação específica.

Esta pesquisa demonstra um imenso significado social, a partir do momento em que pode contribuir para a caracterização de problemas que influenciam diretamente na qualidade dos alimentos e, assim, no crescimento saudável da população infantil.

O presente estudo visa avaliar oscilações nos teores de ferro presente nas amostras analisadas, verificando se há um controle adequado do procedimento de fortificação, que atenda a legislação legal vigente.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Quantificar teores de ferro presentes em farinhas de trigo e milho produzidos na região oeste do Paraná e, determinar a quantidade de macronutrientes presentes nas amostras.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar três marcas de farinha de trigo e três marcas de farinha de milho, cada um de produtores diferentes, coletadas em mercados localizados na cidade de Medianeira, e fabricadas em moinhos da região Oeste do estado do Paraná;
- Caracterizar as farinhas adquiridas quanto às quantidades de umidade, acidez, proteínas, lipídeos, fibra alimentar, cinzas e carboidratos;
- Quantificar a porcentagem de ferro presente nas farinhas por Espectrometria de Absorção Atômica;
- Apresentar uma comparação entre os valores obtidos com a legislação vigente.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 GRÃOS E FARINHAS

O produto denominado “farinha” pode ser compreendido como sendo um “produto obtido a partir da moagem de partes comestíveis de vegetais, podendo sofrer processos tecnológicos adequados”. A farinha de trigo é proveniente do grão *Triticum aestivum* e outras espécies, enquanto que a farinha de milho é obtida a partir do grão *Zea mays* (BRASIL, 1978).

O grão de milho é composto pelo endosperma, gérmen, pericarpo e ponta. O endosperma representa quase 83% do grão e, é constituído de amido, carotenoides e proteínas. No gérmen há a presença de lipídeos e minerais, e parte das proteínas e amido. O pericarpo tem como finalidade proteger o grão e a ponta serve para ligar o milho ao sabugo (PAES, 2006). O grão de trigo, semelhantemente, é composto por um endosperma, gérmen e casca. No endosperma está todo o amido e as proteínas do grão, no gérmen a fração lipídica e carboidratos e, a casca serve como proteção ao grão (TAKEITI, 2016).

O grão de milho possui uma grande importância nutricional. Em países em desenvolvimento é utilizado como fonte de minerais e proteínas, além de servir como matéria-prima para a produção de outros tipos de alimentos e rações para a criação de animais (ZILIC et. al., 2010). O trigo por sua vez, não é rico em macronutrientes e não é consumido *in natura*, como ocorre com o milho. A sua produção é destinada principalmente para a produção de farinhas, com o intuito de atender a demanda de indústrias e estabelecimentos voltados para a panificação, e a fortificação com minerais é uma forma de elevar a sua composição nutricional (MIRANDA, 2006).

O consumo de trigo no Brasil apresentou um aumento de 6,2% no ano de 2016, correspondendo a 8,7 milhões de toneladas (ABITRIGO, 2015). Se comparado com o trigo, o consumo de farinha de milho é muito inferior. Em média, 15% da produção anual de milho são voltadas para o consumo humano (ABIMILHO, 2015).

## 3.2 FERRO

O ferro é um mineral que possui uma relevante importância bioquímica na vida humana, pois participa diretamente de algumas reações biológicas. O ferro auxilia na formação de algumas enzimas, principalmente as hemoproteínas. As hemoproteínas estão ligadas a atividades vitais do organismo, a transferência de elétrons e geração de energia na célula (GROTTO, 2010; HANIF, 2011). O ferro é ainda um importante agente para a formação da molécula heme, que é encontrada em proteínas que transportam o oxigênio, como a hemoglobina no sangue, e em proteínas que participam em reações de oxirredução (NELSON; COX, 2014). A molécula heme é sintetizada parte pelas mitocôndrias e parte no citosol da célula, sendo constituído por um anel tetrapirrólico com um íon de ferro no estado ferroso, que liga o oxigênio de forma reversível (GROTTO, 2010; NELSON; COX, 2014).

Segundo Grotto (2010) uma das principais formas de se adquirir ferro no organismo é através da alimentação, sendo que “uma dieta normal contém de 13 a 18 mg de ferro, dos quais somente 1 a 2 mg serão absorvidos”. Nos alimentos, o ferro pode ser encontrado sob as formas heme e não heme. A forma heme é de origem animal, sendo derivado da hemoglobina e mioglobina e possui alta biodisponibilidade, enquanto que a não heme é de origem vegetal, é encontrada comumente na forma férrica, ou seja, não liga o oxigênio, possui baixa biodisponibilidade e pode apresentar valores variáveis (GROTTO, 2010; NELSON; COX, 2014; SANTOS et. al., 2004).

Quando o ferro é ingerido, parte dele entra na corrente sanguínea e liga-se a proteína transferrina, que tem como função transportar o ferro até a medula óssea, fígado e baço, afim que haja o armazenado sob forma de ferritina e hemossiderina. Parte do ferro é mantida no organismo por meio da reciclagem da hemoglobina de eritrócitos envelhecidos por macrófagos reticuloendoteliais (GROTTO, 2010; HANIF, 2011).

A deficiência de ferro pode acarretar em uma série de problemas ao organismo: prejudica o desempenho cognitivo, o estado imunológico, a capacidade física e o desenvolvimento dos músculos, o crescimento de crianças e favorece o desenvolvimento de anemia ferropriva, principalmente em gestantes e crianças (WHO, 2001).

### 3.2.1 Anemia ferropriva

A anemia ferropriva é a manifestação mais grave da deficiência de ferro. Ela ocorre após um longo período da carência desse mineral, quando os estoques já foram esgotados e depois da diminuição do ferro bioquímico. Em geral, quando ocorrem as primeiras manifestações, a anemia já é moderada (BRAGA; VITALLE, 2010).

Durante a gestação, há uma maior necessidade de absorção de ferro no organismo, a fim de se atender a demanda tanto do feto quanto da gestante (HANIF, 2011). Nas crianças, até os seis meses de vida, há reservas de ferro no organismo, que são provenientes do intraútero materno durante a gestação. A partir dessa idade, as reservas se esgotam e a alimentação se torna a única forma de ingestão de ferro (BRAGA; VITALLE, 2010).

A anemia ferropriva pode ser resultante da combinação de inúmeros fatores, sendo eles socioeconômicos, culturais, ambientais, dietéticos, fisiológicos, patológicos, nutricionais e biológicos, afetando principalmente a parcela mais pobre da população (OSORIO, 2002).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), de toda a população mundial, aproximadamente 50% tem anemia ocasionada pela deficiência de ferro. Ainda segundo a OMS, a quantidade de pessoas com níveis baixos de ferro pode ser superior ao estimado. Isso se deve ao fato de que o indicador mais comum desta deficiência é a anemia - embora existam pessoas com carência deste mineral no organismo, que possuem níveis superiores aos considerados como anemia e inferiores aos valores mínimos recomendados (WHO, 2001).

No Brasil, segundo dados publicados pela Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (PNDS) em 2006, no país 20,9% das crianças possuem anemia, sendo que o Nordeste foi a região que mais apresentou casos no país e, o Norte foi a região com menores índices (BRASIL, 2009).

No mundo já são mais de dois bilhões de pessoas atingidas, sendo estas de países subdesenvolvidos e a população de baixa renda. Os sintomas mais frequentes relatados são irritabilidade, apatia, anorexia, fadiga, diminuição da capacidade física e cefaleia (BRAGA; VITALLE, 2010).

Uma importante estratégia para tentar reduzir os níveis elevados de deficiências de minerais essenciais, é a fortificação de alimentos, que consiste na adição de importantes macronutrientes em alimentos que tenham um grande consumo pela população. Esta medida auxilia no combate de importantes doenças causadas pela carência desses minerais, possui um custo razoável tanto para o governo quanto para as indústrias e auxilia os programas de saúde pública dos países (ALLEN et. al., 2006).

### 3.3 FORTIFICAÇÃO DE FARINHAS

Nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, a carência de nutrientes é um sério problema de saúde pública, que afeta milhões de pessoas, principalmente os grupos mais vulneráveis, que são crianças, gestantes e idosos. Diante disto, fez-se necessário a criação de políticas que visam amenizar e diminuir os índices de doenças que são causadas diretamente por uma alimentação carente de minerais. Uma medida adotada foi a fortificação de alimentos, que consiste na adição de minerais em alimentos estratégicos que são de fácil acesso, possuem um elevado consumo por grande parte das pessoas e, que não tenham um preço elevado (ALLEN et. al., 2006; RAMOS, 2013).

A fim de auxiliar as nações, a *World Health Organization* criou o *Guidelines on food fortification with micronutrients*, que serve como referência para implementação do processo de fortificação de alimentos, incluindo as farinhas, sendo um documento voltado principalmente para os países em desenvolvimento, onde os índices de deficiência de ferro são maiores. Este guia descreve todas as etapas para a execução e monitoramento do programa, dividido em definição e configuração do programa; monitoramento e avaliação; estimativa da relação custo-eficácia e custo-benefício; comunicação, marketing e *advocacy*; e legislação (ALLEN et. al., 2006).

A escolha da farinha como veículo fortificante de ferro é estratégica, uma vez que é um produto com elevada procura e é consumido regularmente por toda a população.

O processo de fortificação de farinhas é uma etapa crítica, pois se realizada incorretamente pode resultar em um produto com índices de ferro abaixo ou muito

acima do almejado (KIRA et. al., 2006). Além do mais, a implementação desta etapa tem um aumento no seu custo de produção, uma vez que demanda investimento para a compra do ferro, exige adaptações no processo e necessita de um controle efetivo durante o processamento (GERMANI et. al., 2001).

O processo de fortificação de farinhas é realizado por meio da adição de uma mistura contendo ferro e ácido fólico, denominada de mix, com auxílio de um dosador. É imprescindível que o dosador não esteja próximo à descarga do silo, porque impossibilitaria uma homogeneização completa do mix ao produto. A etapa de fortificação deve ser contínua e ininterrupta, a fim de provocar uma correta homogeneização (GERMANI et. al., 2001).

A biodisponibilidade e o tipo de ferro utilizado são essenciais para que o programa de fortificação seja efetivo. Os tipos de ferro mais indicados para a utilização em farinhas são os EDTA de Ferro e Sódio (EDTA-FeNa), o sulfato ferroso e o fumarato ferroso. O EDTA-FeNa, em especial, é o tipo mais indicado porque possui maior biodisponibilidade, não provoca a oxidação lipídica na farinha e possui uma melhor absorção no organismo (HURRELL et. al., 2010). No Brasil, a ANVISA determina que seja utilizado o sulfato ferroso ou o fumarato ferroso, ambos encapsulados ou não (BRASIL, 2017).

Para que a fortificação de farinhas consiga auxiliar no combate da anemia, é preciso ter um processo eficaz. Hurrell et. al., (2010), avaliando 78 países que possuíam programas de fortificação, concluíram que apenas 9 países tinham um impacto positivo, causado possivelmente pela adesão ao *Guidelines on food fortification with micronutrients* e pela utilização de um ferro com alta biodisponibilidade. No Brasil, existem estudos que sugerem que a fortificação não é eficiente. Cortês (2013) avaliou o estado nutricional de gestantes um ano antes e um ano após o início da fortificação de farinhas, chegando à conclusão de que não foi possível comprovar que a fortificação foi eficiente a favor do combate à anemia. Em outro estudo, Assunção et. al. (2007) avaliaram os níveis de hemoglobina no sangue de crianças com até 5 anos de idade antes e depois da obrigatoriedade da fortificação, também concluíram que a ingestão de farinhas fortificadas foi ineficiente. Os autores reforçam que esta deficiência pode ter sido causada por um consumo baixo de alimentos produzidos a partir de farinhas, pela baixa ingestão de alimentos ricos em ferro, ou ainda, pelo processo de fortificação incorreto.

Em contrapartida, Queiroz et. al. (2008), comprovaram que a fortificação pode trazer efeitos positivos à população. Avaliando o desempenho das farinhas fortificadas em diferentes refeições em merendas escolares para crianças entre 6 e 10 anos, houve uma diferença média de 22,53% nos índices de ferro biodisponível antes e após a fortificação. A refeição que demonstrou um aumento significativo do mineral após a fortificação foi o lanche - aumento ocasionado provavelmente pelo consumo direto de produtos feitos com farinha, como o pão. Apenas o lanche e o almoço já supriam a necessidade de 15% da recomendação diária de nutrientes, além de fornecer 4,86 mg de ferro às crianças.

### 3.4 ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

A espectrofotometria, ou espectroscopia, é a ciência que estuda as interações de variados tipos de radiações com a matéria, medindo a intensidade da radiação. A Espectrofotometria de Absorção Atômica (*Atomic Absorption Spectrometry – AAS*) é usada para a quantificação de metais e semi-metais, nos mais variados tipos de amostras (HOLLER; SKOOG; CROUCH, 2009).

Neste método, a amostra é submetida a um ambiente térmico que provocará a excitação do átomo, em estado gasoso, fazendo com que o mesmo passe para um nível de energia mais elevado. Ao retornar para o seu estado fundamental, ele volta para o nível de energia mais estável e emitirá uma irradiação sob forma de luz ou calor. Essa irradiação nada mais é do que um espectro de emissão, que é um conjunto de inúmeros comprimentos de ondas. Cada elemento possui um espectro de emissão característico, o que possibilita a sua caracterização individual (BEATY; KERBER, 1993).

Dos métodos de absorção, destaca-se o de Atomização em Chama (FAAS). Este método é mais empregado para análises elementares com faixa de detecção de  $\text{mg.L}^{-1}$ , em amostras que estejam em solução. Este método se caracteriza pela inserção da amostra em uma câmara de nebulização sob forma de gotículas, que serão arrastadas por uma mistura gasosa, contendo um oxidante e um combustível, até a chama, gerando átomos gasosos em estado fundamental, que irão absorver a

radiação, possibilitando a quantificação do metal almejado por meio do seu comprimento de onda (HOLLER, SKOOG; CROUCH, 2009).

O espectrofotômetro de absorção atômica é formado por uma fonte de radiação, um sistema de atomização, um conjunto monocromador, um detector e um processador (KRUG et. al, 2004). A fonte de luz ou radiação é, comumente, uma lâmpada de catodo oco, que tem como objetivo emitir o espectro do elemento almejado. O sistema de atomização é o responsável por gerar os átomos livres. A amostra é aspirada, sob forma de gotículas, que passam para a câmara de nebulização onde são introduzidas na chama, são volatilizadas e passam, por fim, para o estado em que seus átomos ficam livres. O calor é obtido a partir de um combustível e um oxidante. O monocromador, por sua vez, tem como objetivo isolar o espectro do elemento de interesse, dispersando os demais espectros. É formado por um prisma ou uma rede de difração que decompõe o feixe de radiação em diferentes espectros e ângulos, possibilitando, desta forma, selecionar o espectro almejado por meio de um comprimento de onda característico de tal elemento. Já o detector mede a intensidade da luz emitida por meio da corrente proveniente de uma válvula fotomultiplicadora ou de um detector de estado sólido, com o auxílio de um amperímetro, que medirá a corrente média no tempo. O processador, por fim, consiste um computador que registra e trata os dados obtidos (BEATY; KERBER, 1993; KRUG et. al., 2004).

O método de Espectrofotometria por Absorção Atômica é um método preciso e aplicável para a quantificação de ferro em farinhas, conforme comprovado por Kira et. al., (2006) e Boen et. al., (2007).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram coletadas amostras de farinhas de trigo do Tipo 1 Especial e farinhas de milho do tipo fubá, que são comercializadas em supermercados localizados na cidade de Medianeira, no Paraná. Foram selecionadas três marcas diferentes de farinha de trigo (T1, T2 e T3) e três marcas de farinha de milho (M1, M2 e M3), que foram fabricadas na região oeste do estado. Ao todo, foram realizadas três coletas para cada fabricante, nos meses de março, maio e julho, a fim de se obter lotes diferentes. Para cada fabricante analisou-se, uma única vez em triplicata, os teores de umidade, fibra total, lipídeos, proteínas, acidez, cinzas e carboidratos. O teor de carboidratos foi obtido a partir do cálculo da diferença da soma da umidade, fibras, lipídeos, proteínas e cinzas. Já a quantificação do ferro foi feita para todos os lotes coletados de cada fabricante, com a utilização de um Espectrofotômetro de Absorção Atômica em Chama. As análises físico-químicas e de determinação de ferro foram realizadas nos laboratórios localizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira.

### 4.1 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

A umidade foi determinada a partir da evaporação da água da amostra por meio de secagem a 130° C em estufa, por aproximadamente 1 hora, a partir do cálculo da diferença entre o peso inicial da amostra e a quantidade de água perdida, conforme procedimento escrito por Instituto Adolf Lutz (2008).

### 4.2 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ

A acidez foi determinada pelo método álcool-solúvel, e realizado uma titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, neutralizando o ácido da amostra, conforme procedimento escrito por Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNA

As proteínas, por sua vez, foram quantificadas pelo método de Kjeldahl, que se baseia na quantidade de nitrogênio proteico da matéria orgânica, descrito conforme Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS

Os lipídeos foram determinados pelo método de Extração direta em Soxhlet, utilizando como solvente éter de petróleo, com extração contínua por 8 horas, levado à estufa por 1 hora e resfriado em dessecador, conforme descrito por Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.5 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

A determinação da quantidade de cinzas ocorreu por meio da carbonização, seguida de incineração da matéria orgânica em forno mufla a 550° C e resfriamento em dessecador, resultando na quantidade de minerais, conforme descrito por Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.6 DETERMINAÇÃO DE FIBRA TOTAL

A quantidade de fibras alimentares foi determinada pelo método enzimático-gravimétrico, que consiste no tratamento da amostra com enzimas, conforme descrito por Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.7 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS

O teor de carboidratos totais foi obtido pela diferença percentual da soma da umidade, proteína, lipídeo, cinzas e fibra total.

#### 4.8 DETERMINAÇÃO DE FERRO

O preparo das amostras para a análise de ferro seguiu a metodologia proposta pela AOAC 944.02 (1997). Pesou-se 1 g de cada amostra em cadinhos de porcelana, adicionando-se 10 mL de água destilada, 4 mL de peróxido de hidrogênio e 4 mL de ácido nítrico. Em seguida, os cadinhos foram colocados sobre uma chapa aquecedora, aumentando-se a temperatura gradativamente até 90 °C, onde permaneceram até a completa carbonização das amostras. As amostras foram submetidas à mufla durante 4 horas, a uma temperatura de 550 °C, e, então, foram colocadas em um dessecador para que resfriassem até a temperatura ambiente. Posteriormente, as cinzas foram solubilizadas com aproximadamente 6 mL de ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup> e foram transferidas para balões volumétricos de 10 mL, onde completou-se o volume com o ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup>. Para a quantificação de ferro (Fe), as análises foram executadas em Espectrofotômetro de Absorção Atômica em Chama, marca Varian, modelo, "AA240FS", com um comprimento de onda de 248,3 nm e chama de ar e acetileno. Para a curva de calibração foram utilizadas soluções padrões de ferro de 0,25 mg/L, 0,50 mg/L, 0,75 mg/L, 1,0 mg/L e 2,0 mg/L, além de um branco, para em seguida ocorrer as leituras de absorbância das amostras.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise centesimal das farinhas de trigo são expressos pela Tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal das farinhas de trigo, com os valores descritos nos rótulos e os valores descritos em legislação, a cada 100g.

Amostra	Composição centesimal experimental		Composição centesimal declarada no rótulo	Legislação
	Análise	Resultado		
T1	Umidade	8,2 ± 0,1 g	-	Máx. 15,0 g
	Cinza	0,3 ± 0,0 g	-	Máx. 0,65 g
	Lipídeos	1 ± 0,1 g	1,0 g	-
	Proteínas	9,6 ± 0,1 g	10,0 g	-
	Fibras	1,8 ± 0,1 g	2,0 g	-
	Acidez	0,6 ± 0,1 mg	-	Máx. 5,0 mg
	Carboidratos	79,1 ± 0,1 g	74,0 g	-
T2	Umidade	10,2 ± 0,0 g	-	Máx. 15,0 g
	Cinza	0,4 ± 0,1 g	0,12 g	Máx. 0,65 g
	Lipídeos	1,4 ± 0,1 g	1,0 g	-
	Proteínas	12 ± 0,2 g	10,0 g	-
	Fibras	2,2 ± 0,1 g	3,0 g	-
	Acidez	1,4 ± 0,1 mg	-	Máx. 5,0 mg
	Carboidratos	73,8 ± 0,2 g	74,0 g	-
T3	Umidade	14,6 ± 0,0 g	-	Máx. 15,0 g
	Cinza	0,4 ± 0,0 g	-	Máx. 0,65 g
	Lipídeos	1,6 ± 0,1 g	2,0 g	-
	Proteínas	14,2 ± 0,1 g	10,0 g	-
	Fibras	2,2 ± 0,1 g	2,0 g	-
	Acidez	1,0 ± 0,1 mg	-	Máx. 5,0 mg
	Carboidratos	67 ± 0,1 g	76,0 g	-

Fonte: a autora (2018).

O teor de umidade em farinhas é um importante indicativo da qualidade do produto, principalmente em relação às condições após o processamento. De acordo com a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, as farinhas provenientes de grãos e

que são denominadas como “comum” devem possuir uma umidade máxima de 15%. As amostras de trigo apresentaram valores de acordo com a legislação, sendo eles de 8,2%, 10,2% e 14,6% para T1, T2 e T3, respectivamente. Um elevado teor de umidade em farinhas é um importante indício de que as condições de armazenamento foram inadequadas (SOEIRO et. al., 2010). Pirozi e Germani (1998), em seu estudo, submeteram algumas variedades de farinhas de trigo a uma câmara de estocagem com temperatura de 30 °C durante 180 dias, o que provocou uma queda nos índices de umidade das amostras. Tal estudo sugere que quando a temperatura de armazenamento se encontrar mais baixa haverá um aumento da umidade, o que, possivelmente, explicaria os valores obtidos experimentalmente próximos ao estipulado pela legislação.

Em relação à acidez, a Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996, determina que para farinhas de trigo do tipo especial o limite máximo permitido é de 5,0 mg de KOH/100 g de farinha. Todas as amostras de trigo estavam de acordo com o esperado, obtendo-se 0,6 mg para T1, 1,4 mg para T2 e 1,0 mg para T3. Analisando a acidez ao longo do *shelf-life* de três farinhas de trigo, Pirozzi e Germani (1998) concluíram que não houve diferença significativa durante este período para cada uma das amostras analisadas. Ao fim de sua vida útil, houve um pequeno aumento dos índices de acidez, ainda que inferior ao estipulado pela legislação. Desta forma, os índices de acidez do presente trabalho inferiores à legislação sugerem que as farinhas não sofreram alteração. Os baixos valores obtidos podem ser explicados pelo fato de que quando analisadas, as amostras possuíam em média três semanas de fabricação cada uma.

Segundo a Portaria nº 354 de 1996, farinhas de trigo do tipo especial devem ter no máximo 0,65 g de cinzas em 100 g de farinha. As amostras apresentaram: para T1 um valor de 0,3 g e, para T2 e T3 0,4 g em cada amostra, estando, portanto, todas de acordo com o esperado. Soeiro et. al. (2010) também encontraram valores de cinzas de acordo com a legislação para três marcas de farinhas de trigo, contudo os valores obtidos estavam bem abaixo do especificado pelos fabricantes, havendo variações entre os lotes analisados.

Um valor elevado de cinzas em farinhas de trigo indica que durante o seu processamento houve a moagem da casca do trigo, que é onde se concentra os minerais deste grão. Tal ação é indesejável porque provoca uma coloração mais

escura na farinha, que será refletida durante fabricação de produtos de panificação, além de ser desagradável sensorialmente (NITZKE; THYS, 2017).

Para a quantidade de proteínas, a Portaria nº 354 de 1996 determina um valor mínimo para farinhas de trigo de 7 g para tal macronutriente. As amostras de trigo apresentaram valores de 9,6 g para T1, 12 g para T2 e 14,2 g para T3, estando todas de acordo com o estipulado. Segundo a RDC 360/03, os valores declarados nos rótulos podem ter uma variação de  $\pm 20\%$ . Todos os fabricantes das farinhas de trigo declaram um valor de  $10 \pm 2$  g de proteínas em cada amostra, desta forma, apenas a amostra T3 apresentou um valor acima do especificado pelo fabricante. A mesma situação ocorreu com Soeiro et. al. (2010), onde duas das três amostras analisadas apresentaram divergências em relação ao conteúdo do rótulo, embora não tenha apresentado diferença significativa entre as marcas.

Apesar de não haver parâmetros legais para os teores de lipídeos, as amostra T1 e T3 apresentaram valores próximos aos declarados no rótulo, respeitando a RDC nº 360/2003. A amostra T1 apresentou o mesmo valor do rótulo, 1 g, enquanto que a amostra T3 continha 1,6 g e em seu rótulo era especificado 2 g. Já a amostra T2 declarava em seu rótulo 1 g, enquanto que apresentou um valor de 1,4 g. A variação entre os valores obtidos em relação aos descritos pelos fabricantes é comum, conforme foi observado por Soeiro et. al. (2010), onde das três amostras analisadas, duas estavam irregulares, sendo que uma amostra diferiu significamente entre os cinco lotes avaliados. Vieira et. al. (2015) determinaram em seu estudo 1,25 g/100 g de lipídeos em farinha de trigo, sendo um valor bem próximo dos encontrados no presente estudo.

Para os valores de fibras, assim como ocorre com os lipídeos, não há parâmetros em legislação. As amostras T1 e T3 indicaram 1,8 e 2,2 g, respectivamente e, ambos os fabricantes declararam em seus rótulos 2 g. Já a amostra T2 apresentou 2,2 g, um valor inferior ao do rótulo, que expressa 3 g. Os valores encontrados para fibras estão coerentes com os valores quantificados por Vieira et. al. (2015), que foi de 2,75/100 g de farinha.

Para os teores de carboidratos, todos os fabricantes respeitaram a variação de  $\pm 20\%$  imposta pela RDC 360/03, sendo que a amostra T1 apresentou 79,1 g, a amostra T2 obteve 73,8 g e a amostra T3 continha 67 g, onde cada fabricante declarou um valor de 74 g, 74 g e 76 g /100 g de farinha, respectivamente. Vieira et.

al. (2015) encontraram um valor de 67,57 g/100 g de carboidratos, próximo ao determinado para a amostra T3. Já Soeiro et, al. (2010) encontrou aproximados entre as suas três amostras de farinha de trigo e, apenas uma amostra diferiu do valor especificado pelo fabricante.

Os resultados da análise centesimal das farinhas de milho são expressos pela Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal das farinhas de milho, com os valores descritos nos rótulos e os valores descritos em legislação, a cada 100 g.

Amostra	Composição centesimal experimental		Composição centesimal declarada no rótulo	Legislação
	Análise	Resultado		
M1	Umidade	7,8 ± 0,1 g	-	Máx. 15,0 g
	Cinza	0,4 ± 0,1 g	1,0 mg	-
	Lipídeos	1,6 ± 0,1 g	2,0 g	-
	Proteínas	8,4 ± 0,3 g	8,0 g	-
	Fibras	2,2 ± 0,3 g	2,0 g	-
	Acidez	1,0 ± 0,1 mg	-	Máx. 2,0 mg
	Carboidratos	80 ± 0,2 g	76,0 g	-
M2	Umidade	15,2 ± 0,0 g	-	Máx. 15,0 g
	Cinza	0,6 ± 0,1 g	-	-
	Lipídeos	1,8 ± 0,2 g	2,0 g	-
	Proteínas	4,4 ± 0,1 g	8,0 g	-
	Fibras	1,2 ± 0,3 g	2,0 g	-
	Acidez	1,2 ± 0,1 g	-	Máx. 2,0 mg
	Carboidratos	77 ± 0,2 g	76,0 g	-
M3	Umidade	12,4 ± 0,1 g	-	Máx. 15,0 g
	Cinza	0,3 ± 0,1 g	-	-
	Lipídeos	2,0 ± 0,2 g	2,0 g	-
	Proteínas	6,6 ± 0,3 g	8,0 g	-
	Fibras	2,0 ± 0,2 g	8,0 g	-
	Acidez	0,8 ± 0,1 mg	-	Máx. 2,0 mg
	Carboidratos	77 ± 0,1 g	76,0 g	-

Fonte: a autora (2018).

Conforme ocorre com a farinha de trigo, a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 determina que a umidade máxima para farinhas de milho seja de 15%. As amostras M1 e M3 obtiveram 7,8% e 12,4% de umidade, respectivamente. A

amostra M2, em contra partida, apresentou um valor de 15,2%, superior ao especificado pela legislação. Uma umidade elevada favorece a aceleração de reações químicas e enzimáticas, que diminuem consideravelmente a qualidade do produto (GUTKOSK; NETO, 2002), além de ser um indício de armazenamento incorreto (SOEIRO et. al., 2010). Giacomelli et. al. (2012), na avaliação da qualidade de farinhas de milho moídas a pedra, encontraram valores médios de 12,57 g e 11,05 g a cada 100 g de farinha. Os resultados estão de acordo com a legislação e foram semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Para farinhas de milho, a Portaria nº 12 de 1978 determina um limite máximo de acidez de 2,0 mg de KOH a cada 100 g de farinha. Baseando-se nisto, as amostras de milho apresentaram valores abaixo, sendo de 1,0 mg, 1,2 mg e 0,8 mg para M1, M2 e M3, respectivamente. Segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), a decomposição de um alimento altera a concentração de íons de hidrogênios, o que possibilita uma avaliação do estado de conservação do produto. Reações de hidrólise de lipídeos contribuem diretamente para o aumento da acidez, uma vez que o produto formado neste tipo de reação são ácidos graxos livres, ocasionando um aumento dos valores de acidez ao longo da vida útil do produto.

Em relação à quantidade de cinzas, as amostras apresentaram 0,4 g, 0,6 g e 0,3 g para M1, M2 e M3, respectivamente. Estes valores estavam de acordo com a Portaria nº 12 de 1978, que determina um limite máximo de 1g/100 g de farinha para tal produto. Soeiro et. al. (2010) encontraram valores de cinzas abaixo do especificado pelos fabricantes em duas de três amostras analisadas. Já Giacomelli et. al. (2012), em farinhas de milho moídas na pedra, encontraram irregularidades, visto que uma amostra apresentou teores de cinzas superiores ao especificado pela legislação.

A Resolução nº 12 de 1978 determina um valor mínimo de proteínas de 6 g para farinhas de milho. As amostras apresentaram valores de 8,4 g para M1, 4,4 g para M2 e 6,6 g para M3, indicando que apenas a M2 não respeitou o valor mínimo para tal macronutriente. Os fabricantes indicaram em seus rótulos um valor para proteínas de 8 g/100 g de farinha, o que permite, de acordo com os  $\pm 20\%$  da RDC nº 360/2003, uma variação de  $\pm 1,6$  g, logo, novamente a amostra M2 estava em desacordo com o esperado. A variação nos valores de proteínas é relatada por Soeiro et. al. (2010), que encontraram valores abaixo do especificado em duas

amostras. Giacomelli et al. (2012) encontraram valores próximos ao presente estudo, sendo de 8,27 g e 6,99 g por 100 g de farinha analisada.

Em relação à quantidade de lipídeos, todas as farinhas de milho estavam de acordo com os valores especificados em seus rótulos. As amostras apresentaram uma quantidade de 1,6 g para M1, 1,8 g para M2 e 2,0 g para M3, enquanto que, em seus rótulos, os três fabricantes declararam  $2,0 \pm 0,4$  g. Os valores de tais amostras diferem consideravelmente dos encontrados por Giacomelli et. al. (2012), que foram 4,84 g e 3,26 g.

Para os valores de fibras, a amostra M1 apresentou 2,2 g, sendo um valor bem próximo dos 2,0 g declarados pelo fabricante. Levando em consideração a variação de 20% permitida pela RDC nº 360, as amostras M2 e M3 apresentaram valores inferiores aos especificados nos seus respectivos rótulos. A amostra M2 apresentou 1,2 g, enquanto que o fabricante declarou um total de 2,0 g. Já a amostra M3 indicou 2,0 g de fibras a cada 100 g de farinha, sendo abaixo das 8 g descritas na embalagem. Os valores obtidos, além de não estarem coerentes com os dos rótulos, estão bem distintos dos encontrados por Giacomelli et. al. (2012). As duas amostras de farinha de milho analisadas apresentaram valores médios de 3,88 g e 2,63 g/100 g de farinha.

Para os teores de carboidratos, todas as amostras apresentaram valores bem próximos dos valores dos rótulos. A amostra M1 continha 80,0 g, enquanto que em seu rótulo era especificado 76,0 g. As amostras M2 e M3 apresentaram 77,0 g e em ambos os rótulos encontrava-se um valor de 76,0 g. Tais valores são bem próximos dos valores encontrados por Giacomelli et. al. (2012), sendo eles 69,0 g e 75,4 g. No estudo de Soeiro et. al. (2010), apenas uma das três amostras possuía um valor de carboidratos acima do especificado pelo fabricante.

Em relação à quantificação do ferro, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2. De acordo com a RDC nº 150/2017, todas as farinhas devem apresentar um valor mínimo de 4 mg/100 g, o que não foi respeitado pelos fabricantes. Neste estudo, as amostras de trigo obtiveram uma média e desvio padrão de  $2,58 \pm 0,67$  para T1,  $1,67 \pm 0,14$  para T2 e  $1,62 \pm 0,63$  para T3. Já as amostras de milho apresentaram uma média e desvio padrão de  $1,89 \pm 0,26$  para M1,  $1,90 \pm 0,23$  para M2 e  $2,64 \pm 0,67$  para M3.

Tabela 3 - Médias dos valores obtidos experimentalmente para cada fabricante.

Amostra	Média do teor de ferro (mg/100 g) $\pm$ DP
T1	2,58 $\pm$ 0,67
T2	1,67 $\pm$ 0,14
T3	1,62 $\pm$ 0,64
M1	1,89 $\pm$ 0,27
M2	1,90 $\pm$ 0,24
M3	2,64 $\pm$ 0,68

Fonte: a autora (2018).

No Brasil é muito comum encontrar variações nos índices ferro em farinhas. Avaliando 85 marcas de farinhas de trigo de uso doméstico e industrial no estado de São Paulo, Kira et. al, (2006) confirmaram que 14,1% das amostras apresentaram um valor abaixo do esperado. As farinhas que apresentaram os maiores valores, possuíam uma concentração de 14,3 mg/100 g, sendo de uso doméstico, e 30,5 mg/100 g para uso industrial. Já Boen et. al, (2007), analisando 6 marcas de farinhas de trigo e milho, de 5 lotes diferentes para cada marca, verificaram que não havia nenhuma amostra com uma quantidade de ferro inferior ao estipulado, contudo, haviam variações entre os lotes. Na época de ambos os estudos, a RDC nº 344/2002, que estava em vigor, previa um valor mínimo de 4,2 mg/100 g e não determinava um limite máximo para a presença de ferro.

A fortificação correta de farinhas pode ser uma ferramenta importante ao combate à redução dos índices de anemia na região. Um estudo feito por Rodrigues et al. (2011) sugere que deve haver uma oferta maior de ferro na alimentação da população, pois, avaliando 256 crianças que frequentam uma creche pública na cidade de Cascavel, no oeste do Paraná, constataram que quase 30% destas crianças apresentaram anemia do tipo leve, embora não houvesse nenhuma manifestação de anemia do tipo grave. O consumo de produtos fabricados com farinhas enriquecidas se mostrou eficaz no Peru, onde Sacapuca, Brousset e Ramos (2018) concluíram que o consumo diário de pães elaborados com farinhas de quinoa e feijão, fortificadas com ferro, reduziu os índices de anemia leve de 25,5% para 2,3% e, de anemia moderada, de 18,6% para 7%, em 44 crianças entre 6 a 12 anos. As farinhas utilizadas na fortificação apresentaram um valor médio de 8,01 mg/100 g, o que auxiliou diretamente para a diminuição da doença.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), existe uma quantidade pequena de ferro presente naturalmente nas farinhas de trigo e milho. Segundo tal tabela, o valor para a farinha de trigo é de 1 mg/100 g, enquanto que para a farinha de milho o valor é de 2,3 mg/100 g, ambas sem passar pelo processo de fortificação. Estes valores quando comparados com os obtidos pelo presente estudo, sugerem que as amostras analisadas não passaram pelo processo de fortificação, pois as mesmas apresentaram valores próximos aos fornecidos pela tabela. Uma situação semelhante ocorreu com Silva et. al. (2018), que analisando 14 marcas de farinhas de trigo e milho, encontrou valores bem abaixo do especificado. Das amostras avaliadas, nenhuma continha as 4 mg/100 g exigidas pela legislação, sendo que 7 possuíam um valor abaixo de 1 mg/100 g e apenas 2 possuíam um valor acima de 3,0 mg/100 g.

Outra hipótese que pode ser levantada para explicar os valores obtidos abaixo do esperado, pode ser um processo de fortificação ineficaz. Tais valores podem ter sido ocasionados pela adição irregular do mix nas farinhas, por perdas durante o processamento, ou ainda, pela utilização de mecanismos para a retirada de fragmentos metálicos, como os separadores magnéticos, após a adição do mix (GERMANI et. al., 2001; KIRA et. al., 2006).

A falta de controle por parte dos moinhos impossibilita que o objetivo principal da fortificação seja alcançado. Alguns países relatam impactos positivos causados pelo programa de fortificação, como é o caso dos Estados Unidos. A fortificação de farinhas, de produtos infantis e de produtos voltados para gestantes auxiliou diretamente na diminuição da anemia e contribuiu para o aumento de ferro na dieta de crianças, adolescentes e gestantes. Em países como Suécia, Dinamarca e Chile a diminuição da anemia é atribuída diretamente à fortificação de farinhas de trigo (HURRELL et. al., 2010).

## 6 CONCLUSÃO

As amostras de farinhas analisadas, com exceção da amostra M2, estavam de acordo com os parâmetros estipulados pelas legislações vigentes em relação à composição centesimal. Em relação às variações entre os valores obtidos experimentalmente com os valores declarados nos rótulos, 4 entre 6 amostras não respeitaram a Legislação, que permite uma variação de  $\pm 20\%$ . Quanto à quantificação do ferro, todas as amostras analisadas estavam abaixo do preconizado, o que sugere um processo de fortificação ineficaz.

É preciso que haja um controle de qualidade maior sobre o processo de fabricação das farinhas de trigo e milho, por parte dos moinhos. Tal ação garantirá que as legislações sejam cumpridas e, especificamente para o processo de fortificação com ferro, proporcionará uma possível diminuição da anemia ferropriva na população, contribuindo para a saúde pública do país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO. **Oferta e Demanda do Milho do Brasil, levantamento de março de 2017**. 2017. Disponível em: < <http://www.abimilho.com.br/estatisticas> >. Acesso em: 27 de maio 2018.

ABITRIGO. **Evolução moagem e consumo de farinha de trigo 2005-2016**. 2018. Disponível em: < [http://abitrito.com.br/associados/arquivos/06.Est\\_Moagem\\_Consumo\\_Farinhas.pdf](http://abitrito.com.br/associados/arquivos/06.Est_Moagem_Consumo_Farinhas.pdf) >. Acesso em: 27 de maio 2018.

ABITRIGO. **Consumo de farinha de trigo cresce e volta aos níveis de 2014**. 2015. Disponível em: < <http://www.abitrito.com.br/noticias-detalle.php?c=NDQ3> >. Acesso em: 20 de jan. de 2018.

ALLEN, Lindsay, et. al. **Guidelines on food fortification with micronutrients**. Geneva: World Health Organization/Food and Agriculture Organization, 2006.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16<sup>a</sup> ed., 3<sup>a</sup> rev. Gaithersburg: Published by AOAC International, 1997. v.2, cap. 32, p.1-43.

ASSUNÇÃO, I. et. al. **Efeito da fortificação de farinhas com ferro sobre anemia em pré-escolares, Pelotas, RS**. Rev. Saúde Pública vol.41 n<sup>o</sup>4 São Paulo, 2007 Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102007000400007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102007000400007) >. Acesso em: 20 de maio 2017.

BEATY, Richard D; KERBER, Jack D. **Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry**. Perkin Elmer, 1993.

BOEN, Taís Rezende et al. **Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinha de trigo e milho**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. Vol. 43, n. 4, out./dez., 2007.

BRAGA, J. A. P.; VITALLE, M. S. **Deficiência de ferro na criança**. Rev. Brasileira de Hematologia e Hemoterapia. São Paulo, Vol. 32, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 26, de 03 de julho de 2015**. Rotulagem de alimentos alergênicos. Diário Oficial da União. Brasília, 03 jul. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União. Brasília, 23 set. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União. Brasília, 17 dez. 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002**. Aprova o Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. Diário Oficial da União. Brasília, 18 dez. 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 150, de 13 de abril de 2017**. Dispõe sobre o enriquecimento das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico. Diário Oficial da União. Brasília, 17 abr. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996**. Norma Técnica referente à Farinha de Trigo. Diário Oficial da União. Brasília, 22 jul. 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher – PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cadernos de atenção básica: carências de micronutrientes**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. Disponível em: < [http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cadernos\\_atencao\\_basica\\_carencias\\_micronutrientes.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cadernos_atencao_basica_carencias_micronutrientes.pdf). >. Acesso em: 20 de abril 2017.

BRASIL. **Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003**. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 16 de maio, 2006.

BRASIL. **Resolução nº 12 - CNNPA, de 24 julho de 1978**. A CNNPA do Ministério da Saúde aprova 47 padrões de identidade e qualidade relativos a alimentos e bebidas para serem seguidos em todo território brasileiro. Diário Oficial da União. Brasília, 22 jul. 1978.

CANÇADO, R. D.; CHIATTONE, C. S. **Guia multidisciplinar parágrafo um Condução da Deficiência de ferro e anemia ferropriva**. Rev. Brasileira de Hematologia e Hemoterapia. São Paulo, Vol. 32, 2010.

CORTÊS, Mariana Helcias. **Impacto da fortificação das farinhas de trigo e milho com ferro nos níveis de hemoglobina das gestantes atendidas pelo pré-natal do Hospital Universitário de Brasília/DF**. Parte integrante da Tese de Mestrado na UBR da autora. Campinas, São Paulo, 2013.

GIACOMELLI, Daiane, et. al. **Composição nutricional das farinhas de milho pré-cozida, moída à pedra e da preparação culinária “polenta”**. Rev. Alim. Nutr., Araraquara, v. 23, n. 3, p. 415-420, jul./set. 2012.

GERMANI, R. et. al. **Manual de fortificação de farinhas de trigo**. Embrapa Agroindústria de Alimentos. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

GUTKOSKI, Luis Carlos; NETO, Raul Jacobsen. **Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão tipo forma**. Ciênc. Rural, v. 32, p. 873-879, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/v32n5/11880.pdf> >. Acesso em: 20 de fevereiro 2018.

GROTTO, Helena. **Fisiologia e metabolismo do Ferro**. Rev. Brasileira de Hematologia e Hemoterapia. São Paulo, vol. 32, 2010.

HANIF, Rumeza. **Molecular mechanism of regulation of iron transport across placenta**. Research Department of Structural and Molecular Biology. University College London. London, 2011. Disponível em: < <http://discovery.ucl.ac.uk/1338407/1/1338407.pdf> >. Acesso em: 27 de maio 2018.

HURRELL, Richard et. al. **Revised recommendations for iron fortification of wheat flour and an evaluation of the expected impact of current national wheat flour fortification programs**. Food and Nutrition Bulletin, Vol. 31, nº 1, 2010.

HOLLER, F. James; SKOOG, Douglas A.; CROUCH, Stanley R. **Princípios da Análise Instrumental**. Porto Alegre: Artman, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Normas analíticas, 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

KIRA, Carmen Silvia et. al. **Avaliação dos teores de ferro em farinhas de trigo fortificadas**. Rev. Instituto Adolf Lutz: São Paulo, 2006.

KRUG, Francisco José et. al. **Espectrometria de absorção atômica: Parte 1. Fundamentos e atomização em chama**. São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/AAS-geral-parte-1-revisada.pdf> >. Acesso em: 20 de março 2018.

MIRANDA, Martha. **Trigo: germinação e posterior extrusão para obtenção de farinha integral extrusada de trigo germinado**. Embrapa Trigo, 2016. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/852529/1/pdo74.pdf> >. Acesso em: 25 de maio 2018.

MOURA, Alexandre Carvalho de, et. al. **Qualidade microbiológica de farinhas de trigo (*Triticum aestivum*) comercializadas na cidade de Cascavel (Paraná)**. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 2014.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. São Paulo: Artmed, 2014.

NITZKE, Julio Alberto; THYS, Roberta Crus Silveira. **Avaliação da qualidade tecnológica/industrial de farinha de trigo**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017. Disponível em: < <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/avaliacao-qualidade/index.php> >. Acesso em: 03 de fevereiro 2018.

OSORIO, Mônica M. **Fatores determinantes da anemia em crianças**. Jornal de Pediatria - Vol. 78, Nº4, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/jped/v78n4/v78n4a05.pdf> >. Acesso em: 18 de janeiro 2018.

PAES, Maria Cristina Dias. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa, 2006. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf> >. Acesso em: 20 de maio 2018.

PIROZI, Mônica; GERMANI, Rogério. **Efeito do armazenamento sobre as propriedades tecnológicas da farinha, de variedades de trigo cultivadas no Brasil**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.41, n.1, p.149-163, mar. 1998.

QUEIROZ, Aline Romero, et. al. **A fortificação das farinhas de trigo e de milho no fornecimento de ferro para a merenda escolar.** Rev. Nutrine: Sociedade brasileira de alimentação e nutrição: São Paulo, SP, 2008.

RAMOS, Karla Lisboa. **Análise do processo de implementação da estratégia de fortificação obrigatória das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico no Brasil.** Dissertação (Doutorado em Nutrição Humana) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: < [http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/14723/1/2013\\_KarlaLisboaRamos.pdf](http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/14723/1/2013_KarlaLisboaRamos.pdf) >. Acesso em: 20 de maio 2018.

RODRIGUES, Valdete Carreira, et. al. **Deficiência de ferro, prevalência de anemia e fatores associados em crianças de creches públicas do oeste do Paraná, Brasil.** Rev. Nutr. vol.24, nº 3, 2011.

SANTOS, Iná dos, et. al. **Prevalência e fatores associados à ocorrência de anemia entre menores de seis anos de idade em Pelotas, RS.** Rev. Bras. Epidemiol. Vol. 7, Nº 4, 2004.

SILVA, Ana Flávia de Oliveira, et. al. **Development of spectrophotometric method for iron determination in fortified wheat and maize flours.** Food Chemistry, 2018.

SOEIRO, Bruno Thiago, et. al. **Investigação da qualidade de farinhas enriquecidas utilizando Análise por Componentes Principais (PCA).** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, jul.-set. 2010

SUCAPUCA, Maritza Soncco; BROUSETT, Magaly Minaya; RAMOS, Augusto Pumacahua. **Impacto de un programa educativo incluyendo un pan fortificado para reducir los niveles de anemia en niños escolares de Yocará, Puno – Perú.** Rev. Investig. Altoandin, vol. 20, n.1, 2018.

TAKEITI, Cristina Yoshie. **Trigo.** Agência Embrapa de informação tecnológica. 2016. Disponível em: < [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html) >. Acesso em: 05 de fevereiro 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. 4. ed. revisada e ampliada.** Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. Disponível em: < [http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf) >. Acesso em: 20 de maio 2018.

VIEIRA, Tamires dos Santos, et. al. **Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten.** Rev. Brazilian Journal of Food Technology: Campinas, v. 18, n. 4, p. 285-292, out./dez. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Iron deficiency anaemia. Assessment, prevention and control. A guide for programme managers.** Geneva: World Health Organization/ United Nations Children's Fund/ United Nations University, 2001. Disponível em: < [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66914/1/WHO\\_NHD\\_01.3.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/66914/1/WHO_NHD_01.3.pdf?ua=1) >. Acesso em: 07 de outubro 2017.

ZILIC, Sladana, et. al. **Effect of micronisation on the composition and properties of the flour from white, yellow and red maize.** Food Technol. Biotechnol., v. 48, n. 2, p. 198-206, 2010. Disponível em: < [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=81777&lang=em](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=81777&lang=em) > Acesso em: 02 abril 2018.