

Monitoramento de farinha de trigo e de milho fortificadas com ferro

Monitoring the wheat and corn flours enriched with iron

RIALA6/1516

Márcia Liane BUZZO*, Maria de Fátima Henriques CARVALHO, Paulo TIGLEA, Luciana Juncioni de ARAUZ, Edna Emy Kumagai ARAKAKI, Richard MATSUZAKI

*Endereço para correspondência: Núcleo de Contaminantes Inorgânicos, Centro de Contaminantes, Instituto Adolfo Lutz, Av. Dr. Arnaldo, 355, Cerqueira César, São Paulo, SP, Brasil, CEP: 01246-902. Tel.: (11) 3068-2923. E-mail: marcialiane@ial.sp.gov.br
Recebido: 12.09.2012 – Aceito para publicação: 28.12.2012

RESUMO

A anemia é o mais comum dos distúrbios nutricionais no mundo. Existem vários fatores que podem causar essa doença, incluindo-se a deficiência de ferro. No Brasil, a fortificação de farinhas de trigo e de milho com ferro foi instituída em 2002. O presente estudo avaliou os teores de ferro em farinhas de trigo e de milho comercializadas no Estado de São Paulo, seguindo-se a legislação vigente. Os teores médios de ferro encontrados foram de 5,4 mg.100 g⁻¹ e 4,7 mg.100 g⁻¹, respectivamente, para farinhas de trigo e de milho, e esses valores estão em conformidade com os dados da literatura nacional. As variabilidades observadas nos teores de ferro, de 1,0 a 11,7 mg.100 g⁻¹ na farinha de trigo e de 0,9 a 19,9 mg.100 g⁻¹ na farinha de milho, demonstram que alguns fabricantes não efetuam adequado controle do procedimento de fortificação de ferro, possivelmente em função de ocorrência de problemas no processo de produção. Este estudo aponta ainda a importância da manutenção de programas de monitoramento de alimentos como ferramenta que auxilia os produtores a se adequarem aos limites preconizados pela legislação, bem como para fundamentar o controle e a fiscalização de produtos consumidos pela população.

Palavras-chave. ferro, espectrometria de absorção atômica, anemia, fortificação de alimentos, análise de alimentos, saúde pública.

ABSTRACT

Anemia is the most common nutritional disorders in the world. Several factors may cause this disease, including the iron deficiency. In Brazil, the procedure of wheat and corn flours enrichment with iron was instituted in 2002. The present investigation evaluated the iron contents in wheat and corn flours commercialized in the state of São Paulo, following the legislation in force. The mean values of iron were 5.4 mg.100 g⁻¹ and 4.7 mg.100 g⁻¹, for wheat and corn flours, respectively, and they were compliant with the national literature findings. The iron contents varieties from 1.0 to 11.7 mg.100 g⁻¹ in wheat flour and from 0.9 to 19.9 mg.100 g⁻¹ in corn flour showed that some manufacturers do not perform adequate control of iron enrichment approach, possibly due to the occurrence of some problems in the technical procedure during the manufacturing process. This study also indicates the importance of maintaining the food monitoring programs as a tool, which may aid the producers to be in conformity with the limits established in the legislation, and also to support the control and the surveillance of products consumed by the population.

Keywords. iron, atomic absorption spectrometry, anemia, food fortification, food analysis, public health.

INTRODUÇÃO

A anemia ferropriva é o mais comum dos distúrbios nutricionais no mundo¹. Existem vários fatores que podem causar anemia, incluindo a deficiência de nutrientes como ferro, folato ou vitamina B12. Outras causas incluem desequilíbrio hormonal, doenças crônicas, infecção ou sangramento excessivo². Essa carência atinge adultos, principalmente mulheres em idade reprodutiva e em período de gestação, além de ocorrer com alta prevalência em crianças com até cinco anos de idade, estágio da vida em que ocorre um crescimento acelerado. A deficiência do ferro também influencia a capacidade de trabalho e resposta imune às infecções em adultos, e ainda pode alterar o desenvolvimento psicomotor, o processo de aprendizado e a concentração das crianças³.

Dados da Organização Mundial da Saúde mostram que cerca de 40% da população mundial (mais de dois bilhões de indivíduos) sofrem de anemia. As principais prevalências entre os grupos específicos são estimadas em: 50% em mulheres grávidas, bebês e crianças de um a dois anos de idade; 25% em crianças em idade pré-escolar; 40% em crianças em idade escolar; 30 a 55% em adolescentes⁴. No Brasil, estudo realizado sobre o diagnóstico de anemia por deficiência de ferro em crianças na região nordeste do país, com idade entre 6 e 30 meses, indicou que, do total de crianças, 58,1% apresentaram anemia com deficiência de ferro⁵. Pesquisa realizada com crianças em fase pré-escolar da Amazônia Ocidental revelou a prevalência de anemia ferropriva de 20,9%⁶. Ainda, em estudo realizado sobre a estimativa da deficiência de ferro em população feminina com idades entre 15 e 49 anos no município de João Pessoa, mostrou prevalência de 15% de anemia, observando-se maior prevalência em mulheres que não frequentavam escola⁷.

Entre os fatores associados ao aparecimento da anemia encontram-se as precárias condições socioeconômicas e ambientais, infecções, baixo peso em recém-nascidos e ingestão deficiente de alimentos fontes de ferro e de vitamina C⁸. Dessa forma, a importância da ingestão dietética dos nutrientes envolvidos na etiologia da anemia tem motivado os órgãos da saúde pública a instituir programas de fortificação de alimentos visando a prevenção da doença.

Diante desses fatos, a fortificação de alimentos vem sendo adotada nas últimas décadas tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento e é considerada a medida de melhor custo-benefício em

longo prazo para a redução da prevalência da anemia. A efetivação dessa medida nesses países foi obtida somente a partir de decisões políticas que culminaram o caráter compulsório da fortificação^{9,10}. Além disso, esta prática é também recomendada pela Organização Mundial da Saúde como estratégia ideal em locais onde se encontram elevadas prevalências da doença, constituindo-se uma forma fácil, segura e barata para solucionar o problema⁴.

Considerando as recomendações de fortificação de produtos alimentícios com ferro e ácido fólico feitas pela Organização Mundial da Saúde e pela Organização Pan-americana da Saúde; que a anemia ferropriva representa um problema nutricional importante no Brasil, com severas consequências econômicas e sociais; e ainda que as farinhas de trigo e as farinhas de milho são largamente consumidas pela população brasileira, o Ministério da Saúde estabeleceu a Resolução RDC nº 344/2002¹¹, que torna obrigatória a fortificação das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico em todo o país. De acordo com essa resolução, cada 100 g de farinha de trigo e de milho devem fornecer, no mínimo, 4,2 mg de ferro.

Diante dessas considerações, os objetivos deste trabalho foram avaliar os teores de ferro em farinhas de trigo e de milho comercializadas no Estado de São Paulo, verificar o atendimento à legislação vigente e oferecer ferramentas para subsidiar ações para a melhoria da qualidade desses produtos consumidos pela população.

MATERIAL E MÉTODO

Amostras

No período entre setembro de 2007 e dezembro de 2010, foram coletadas 89 amostras de farinha de trigo (40) e farinha de milho (49) em diferentes pontos de comércio do Estado de São Paulo, pelos Grupos de Vigilância Sanitária (GVS) de 44 municípios, em cumprimento ao Programa Paulista de Alimentos. As amostras foram homogeneizadas, não sendo submetidas a qualquer pré-tratamento. As determinações do íon ferro foram realizadas em triplicata.

Método analítico

Pesou-se 0,5 g de amostra em frasco erlenmeyer de 125 mL e, a seguir, acrescentou-se água ultrapura para hidratação e 2,5 mL de ácido clorídrico concentrado de grau analítico. Foram preparados dois brancos do reagente para cada tomada de ensaio. A digestão das

Tabela 1. Parâmetros de validação do método analítico

Matriz	MRC	Valor certificado (mg.kg ⁻¹)	Valor obtido (Exatidão) (mg.kg ⁻¹)	Precisão (%)	LD(mg.kg ⁻¹)	LQ(mg.kg ⁻¹)
Farinha de trigo	NIST 1567a Wheatflour	14,1 ± 0,5	14,4 (102%)	3,4	1,1	3,6
Farinha de milho	NIST 8433 CornBran	14,8 ± 1,8	13,7 (92,7%)	6,0	1,3	4,2

MRC = Material de referência certificado; LD = Limite de detecção; LQ = Limite de quantificação.

amostras foi efetuada sobre chapa elétrica ajustada na faixa de temperatura entre 100-120 °C, por duas horas. As amostras foram filtradas em papel de filtro quantitativo em balões volumétricos de 25 mL, e o volume foi completado quantitativamente com água ultrapura. A curva de calibração foi preparada pela diluição de solução padrão de ferro com concentração de 1.000 mg.L⁻¹ em solução de ácido clorídrico p.a. a 10% (v/v) para concentrações de 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0 mg.L⁻¹. Para a determinação de ferro, aplicou-se a técnica analítica de espectrometria de absorção atômica com chama (Perkin Elmer, modelo Analyst 100), utilizando-se comprimento de onda de 248,3 nm e fenda de 0,2 mm.

Validação do método analítico

Para a garantia da confiabilidade dos resultados obtidos, a exatidão do método analítico foi avaliada utilizando-se os Materiais de Referência Certificados: NIST 1567a Wheat Flour, para a matriz farinha de trigo, e NIST 8433 Corn Bran, para a matriz farinha de milho. Para as determinações dos valores de limite de detecção (LD) e de limite de quantificação (LQ) para as farinhas de trigo e milho foram realizadas 14 e 13 preparações independentes de uma amostra isenta de fortificação de cada produto, respectivamente. Para o cálculo de exatidão e precisão do método, foram preparadas 13 amostras independentes dos materiais de referência certificados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Validação do método analítico

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos na validação do método analítico para os parâmetros exatidão, precisão, limite de detecção e quantificação, empregando-se os Materiais de Referência Certificados: NIST 1567a Wheat Flour e NIST 8433 Corn Bran.

A análise dos parâmetros de validação indica que o método empregado é adequado para a determinação de ferro nas matrizes em estudo. O preparo das amostras de farinha de trigo e farinha de milho utilizando a hidrólise ácida aliada ao emprego da técnica de espectrometria de

absorção atômica com chama mostrou-se simples, rápido e de baixo custo, permitindo o processamento simultâneo de um número relativamente grande de amostras.

Análise das amostras de farinha de trigo e farinha de milho

Em cumprimento à legislação em vigor e em atendimento ao Programa Paulista de Análise de Alimentos, os resultados obtidos das amostras de farinhas de trigo e de milho coletadas no período entre setembro de 2007 e dezembro de 2010 são apresentados na Tabela 2. A análise descritiva indicou que os valores médios de ferro encontrados, 5,4 mg.100 g⁻¹ e 4,7 mg.100 g⁻¹ para farinhas de trigo e de milho, respectivamente, são concordantes com aqueles apresentados na literatura nacional¹²⁻¹⁵.

Com relação aos valores mínimos de ferro encontrados em farinhas de trigo e de milho, estes sugerem que não houve a adição de ferro nos produtos estudados e estão concordantes com a literatura¹⁶, que indica que a concentração do nutriente naturalmente presente em farinhas de trigo e de milho sem fortificação com ferro é de 1,0 mg.100 g⁻¹ e 0,9 mg.100 g⁻¹, respectivamente.

A Tabela 2 apresenta, ainda, os valores máximos de ferro em farinhas de trigo e de milho. Ressalta-se que os programas de fortificação em alimentos precisam considerar outros aspectos relacionados à saúde, incluindo precauções contra o aumento dos níveis de ferro em dietas. A ingestão em excesso desse elemento pode causar câncer, aumento de doenças cardiovasculares e afetar a absorção de outros minerais, como cobre e manganês^{17,18}.

A adição de nutrientes a alimentos deve ser feita de modo a evitar também a ingestão de quantidades excessivas¹⁰. A Portaria 31/1998¹⁹ estabelece que o nutriente adicionado ao alimento deve estar presente em concentrações que não impliquem em ingestão insignificante ou excessiva e, ainda, que não alcancem os níveis terapêuticos (para o tratamento da anemia ferropriva²⁰ em adultos, a dose terapêutica varia de 100 a 200 mg de ferro por dia).

Tendo em vista essa consideração, recomenda-se às autoridades competentes que se estabeleça um limite máximo de ferro nas farinhas de trigo e de milho, uma vez

Tabela 2. Análise descritiva dos resultados obtidos dos teores de ferro nas amostras de farinhas de trigo e milho

Produto	Nº de amostras analisadas	Média (mg.100 g ⁻¹)	Desvio-padrão (mg.100 g ⁻¹)	Valor mínimo (mg.100 g ⁻¹)	Valor máximo (mg.100 g ⁻¹)
Farinha de trigo	40	5,4	2,4	1,0	11,7
Farinha de milho	49	4,7	3,4	0,2	19,9

que os resultados obtidos neste estudo superaram em cerca de três e cinco vezes o valor descrito pela legislação para as farinhas de trigo e de milho, respectivamente.

Segundo dados do INMETRO²¹, por exemplo, o consumo anual per capita no Brasil para farinha de trigo é de 53 kg, o equivalente à ingestão diária de 145 g. A Resolução nº 269/2005²², do Ministério da Saúde, que aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, estabelece uma IDR de 14 mg de ferro para adultos. Sendo assim, considerando somente a ingestão de farinha de trigo, amostras contendo teor de ferro acima de 9,6 mg.100 g⁻¹ poderiam alcançar a IDR. Portanto, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, do total de amostras de farinha de trigo analisadas, 5% se enquadrariam nesse caso.

De acordo com a legislação em vigor, dentre as 89 amostras de farinhas de trigo e de milho analisadas, 75,3% foram consideradas satisfatórias por apresentarem teor de ferro com valor mínimo de 4,2 mg.100 g⁻¹, enquanto 24,7% das amostras foram consideradas insatisfatórias por apresentarem teor de ferro abaixo do limite mínimo estabelecido (Tabela 3). Os resultados evidenciaram a necessidade de ações para corrigir eventuais falhas na produção. As variabilidades observadas dos teores de ferro nas amostras analisadas ocorreram possivelmente pela dificuldade em adequar o procedimento empregado nos moinhos. Um dos fatores pode estar ligado à dificuldade no ajuste do fluxo da adição da mistura contendo ferro e ácido fólico às farinhas. Proposta semelhante foi apresentada por Boen et al.¹⁴, que observaram variações nos teores de ferro em amostras de farinhas de trigo e de milho devido a problemas durante a adição e homogeneização do mineral.

Em 2011, em reunião realizada pela Comissão Interinstitucional para Implementação, Acompanhamento e Monitoramento das Ações de Fortificação de Farinhas de Trigo, Milho e de seus Subprodutos, foram identificados problemas na operação de adição de ferro e ácido fólico em farinhas de trigo. Assim, com objetivo de buscar soluções conjuntas e passíveis de serem implementadas para melhoria da qualidade do produto, foi proposta a ação conjunta entre a Associação Brasileira da Indústria do Trigo (ABITRIGO) e os moinhos para a resolução

das falhas no processo de produção. Entre estes podemos citar que os dosadores da mistura de ferro e ácido fólico são regulados com base no fluxo de farinha. Quando há variações, a dosagem será irregular, havendo falta ou excesso da mistura. Este é o sistema mais utilizado atualmente. Além disso, as Boas Práticas de Fabricação utilizam ímãs no final do processo para retirar sujidades que contribuem para a variação de dosagem de ferro na farinha. Ainda, a diferença de densidade entre a farinha e o ferro promove a segregação desde a adição, armazenagem, transporte e destino final (consumidor)²³.

Tabela 3. Porcentagem de resultados satisfatórios e insatisfatórios obtidos nas amostras de farinhas de trigo e de milho

Produto	Nº de amostras analisadas	Resultados insatisfatórios	Resultados satisfatórios
Farinha de trigo	40	9 (22,5%)	31 (77,5%)
Farinha de milho	49	13 (26,5%)	36 (73,5%)
Total	89	22 (24,7%)	67 (75,3%)

Assim, a alta variabilidade nos teores de ferro verificada neste estudo poderá subsidiar as autoridades competentes para que se estabeleça um limite máximo de ferro nas farinhas de trigo e de milho. Além disso, visando a melhoria no controle de qualidade dos moinhos sem que haja interferência nas características do produto final, adicionalmente, seria recomendável aprimorar o procedimento industrial da adição de ferro nas farinhas, de modo a torná-las homogêneas e garantir a qualidade do produto final.

Além disso, o presente estudo aponta para a importância da manutenção de programas de monitoramento no país, tal qual o Programa Paulista de Alimentos, como ferramenta que pode auxiliar os produtores a se adequarem aos limites preconizados pela legislação, bem como fundamentar o controle e a fiscalização de produtos alimentícios consumidos pela população. É através da rotina de monitoramento e avaliação que se podem alcançar as metas estabelecidas por qualquer programa que tenha como objetivo melhorar o setor da saúde e evitar a repetição de estratégias não adequadas.

CONCLUSÃO

As variabilidades dos teores de ferro observadas nas amostras analisadas (1,0 a 11,7 mg.100 g⁻¹ para farinha de trigo e 0,9 a 19,9 mg.100 g⁻¹ para farinha de milho) demonstraram que alguns fabricantes não controlam adequadamente o procedimento de fortificação de ferro, possivelmente devido a problemas no processo de produção. Assim, os resultados evidenciam a necessidade dos moinhos implementarem um sistema de controle de qualidade que assegure a precisão e homogeneidade na adição de ferro às farinhas, atendendo à legislação vigente.

Além disso, o estudo aponta para a importância da manutenção de programas de monitoramento de alimentos no país como ferramenta que pode auxiliar os produtores a se adequarem aos limites preconizados pela legislação, bem como fundamentar o controle e a fiscalização de produtos alimentícios consumidos pela população.

AGRADECIMENTOS

Às equipes dos Grupos de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo pela coleta das amostras, e à Luci Elaine Machado pelo auxílio prestado no laboratório.

REFERÊNCIAS

1. Duque X, Moran S, Mera R, Medina M, Martinez H, Mendonza ME, et al. Effect of eradication of *Helicobacter pylori* and iron supplementation on the iron status of children with iron deficiency. *Arch Med Res*. 2010;41:38-45.
2. Gropper SS, Kerr S, Barksdale JM. No-anemic iron deficiency, oral iron supplementation, and oxidative damage in college-aged females. *J Nutr Biochem*. 2003;14:409-15.
3. Umbelino DC, Rossi EA. Deficiência de ferro: consequências biológicas e propostas de prevenção. *Rev Ciênc Farm Básic Apl*. 2006;27(2):103-12.
4. OMS. Organização Mundial da Saúde. Guidelines on food fortification with micronutrients. [acesso 2013 jan 4]. Disponível em: [http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241594012/en/].
5. Carvalho AGC, Lira PIC, Barros MFA, Aléssio MLM, Lima MC, Carbonneau MA, et al. Diagnóstico de anemia por deficiência de ferro em crianças do Nordeste do Brasil. *Rev Saúde Pública*. 2010;44(3):513-9.
6. Castro TG, Silva-Nunes M, Conde WL, Muniz PT, Cardoso MA. Anemia e deficiência de ferro em pré-escolares da Amazônia Ocidental brasileira: prevalência e fatores associados. *Cad Saúde Pública*. 2011;27(1):131-42.
7. Silva SCT, Vianna RPT. Estimativa da deficiência de ferro e folato e fatores associados em uma população feminina. *Adolesc Saúde*. 2010;7(4):30-8.
8. Oliveira MAA, Osório MM, Raposo MCF. Concentração de hemoglobina e anemia em crianças no Estado de Pernambuco, Brasil: fatores sócio-econômicos e de consumo alimentar associados. *Cad Saúde Pública*. 2006;22(10):2169-78.
9. Allen LH. Interventions for micronutrient deficiency control in developing countries: past, present and future. *J Nutr*. 2003;133:3875S-78S.
10. Vellozo EP, Fisberg M. O impacto da fortificação de alimentos na prevenção da deficiência de ferro. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2010;32 Supl 2:134-9.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução 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] República Federativa do Brasil, Brasília (DF)*; 18 dez 2002.
12. Kira CS, Buzzo ML, Carvalho MFH, Duran MC, Sakuma AM. Avaliação dos teores de ferro em farinhas de trigo fortificadas, São Paulo, Brasil. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2006;65(3):181-5.
13. Boen TR, Soeiro BT, Filho ERP, Lima-Pallone JA. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. *Rev Bras Ciênc Farm*. 2007;43(4):499-596.
14. Boen TR, Soeiro BT, Pereira-Filho ER, Lima-Pallone JA. Folic acid and iron evaluation in brazilian enriched corn and wheat flours. *J Braz Chem Soc*. 2008;19(1):53-9.
15. Soeiro BT, Boen TR, Pereira-Filho ER, Lima-Pallone JA. Investigação da qualidade de farinhas enriquecidas utilizando análise por componentes principais (PCA). *Ciênc Tecnol Aliment*. 2010;30(3):618-24.
16. TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4. ed. revisada e ampliada [acesso 2012 ago 9]. Disponível em: [http://www.unicamp.br/nepa/.../taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf].
17. Martínez-Navarrete N, Camacho MM, Martínez-Lahuerta J, Martínez-Monzó J, Fito P. Iron deficiency and iron fortified foods: a review. *Food Res Int*. 2002;35:225-31.
18. Tapiero H, Gaté L, Tew KD. Iron: deficiencies and requirements. *Biomed Pharmacother*. 2001;55:324-32.
19. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico Referente a Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília (DF)*; 30 mar 1998; Seção 1(60-E).
20. Martindale: The complete drug reference. 34. ed. Suffolk: Pharmaceutical Press; 2005.
21. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Farinha de trigo especial. [acesso 2013 jan 04]. Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/ produtos/farinha.asp].
22. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília (DF)*; 23 set 2005.
23. Ministério da Saúde. II Reunião Ordinária da Comissão Interinstitucional para Implementação, Acompanhamento e Monitoramento das Ações de Fortificação de Farinhas de Trigo, Milho e de seus Subprodutos. [acesso 2013 jan 04]. Disponível em: [http://www.189.28.128.100/nutricao/docs/ferro/memoria2_reuniao_comissao_interinstitucional_para_implementacao_acompanhamento.pdf].