



AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DE BISCOITOS ELABORADOS COM FARINHA DE TRIGO FORTIFICADA COM SULFATO FERROSO MICROENCAPSULADO

Viviane Naomi KOHATSU¹; Ana Paula REBELLATO^{2*}; Caroline Joy STEEL^{3*}

1 Graduada (Iniciação Científica), Departamento de Tecnologia de Alimentos, FEA/Unicamp

2 Pesquisadora Pós-Doutorado, Departamento de Tecnologia de Alimentos, FEA/Unicamp

3 Professora, Departamento de Tecnologia de Alimentos, FEA/Unicamp

*E-mail para correspondência: paularebe@hotmail.com; steel@unicamp.br

RESUMO: O ferro é um micronutriente essencial para o funcionamento do organismo humano e sua deficiência pode comprometer o metabolismo, ocasionando anemia ferropriva. Uma das formas para tentar minimizar sua deficiência no organismo é fortificação de alimentos com ferro. A farinha de trigo é dos veículos empregados para a fortificação com ferro, uma vez, que é amplamente utilizada para a elaboração de vários produtos, como os biscoitos, os quais são bastante consumidos pela população. Neste contexto, foi realizada uma revisão na literatura acerca da importância do ferro no organismo e na alimentação humana; avaliação de mercado e consumo de biscoitos no Brasil e possíveis alterações que o ferro pode ocasionar no alimento.

1. IMPORTÂNCIA DO FERRO NO ORGANISMO E NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

O ferro é essencial para quase todos os organismos vivos, participa de uma grande variedade de processos metabólicos, que incluem o transporte de oxigênio, a síntese de DNA, e o transporte de elétrons (LIEU et al., 2001). Além disso, atua como co-fator enzimático no funcionamento do sistema imunológico, como a ribonucleotídeo redutase, envolvida na síntese de DNA, mieloperoxidase que atua na eliminação de bactérias por neutrófilos, entre outras (WINTERGERST et al., 2007).

As consequências fisiológicas, causadas por sua deficiência, são insuficiência no transporte de oxigênio, no metabolismo oxidativo, no metabolismo nuclear e na transcrição de gene, causando desde prejuízo no desenvolvimento intelectual e comportamental, como na baixa resistência imunológica (TAPIERO *et al.*, 1991). As patologias que podem induzir a deficiência de ferro são todas aquelas síndromes que afetam a absorção intestinal e a ocorrência de hemorragias recorrentes (CARVALHO, 2004).

A fortificação de alimentos é uma das formas de suprir a deficiência de micronutrientes, sendo uma alternativa de intervenção recomendada principalmente para localidades onde se encontram elevadas prevalências. A prática da fortificação pode ser utilizada para toda a população ou direcionada a grupos populacionais específicos (TORRES *et al.*, 1995). Para se alcançar o efeito desejado, os programas de fortificação devem considerar a quantidade consumida do alimento fortificado e a concentração do

micronutriente utilizada (DARY & MORA, 2002). No Brasil, a fortificação de farinha de trigo com ferro vem sendo realizada desde 2002, com a finalidade de reduzir a anemia ferropriva. Ainda, as farinhas enriquecidas com ferro devem conter teor igual ou superior a 4 mg ferro/100 g de farinha e não exceder a 9 mg ferro/100 g de farinha, até o seu vencimento (BRASIL, 2017).

Atualmente, estudos estão sendo realizados no sentido de avaliar não somente o teor presente de um nutriente presente no alimento, mas quanto do nutriente está disponível para ser absorvido no organismo, ou seja, quanto do nutriente está bioacessível (REBELLATO et al., 2017). Neste contexto, existem várias definições para o termo biodisponibilidade/ bioacessibilidade, O'DELL, em 1984, propôs a definição do termo biodisponibilidade como a proporção de nutriente nos alimentos que é absorvida e utilizada, por meio de processos de transporte, assimilação e conversão para a forma biologicamente ativa. Dessa forma, o sucesso dos programas de fortificação não requer somente o conhecimento dos compostos utilizados, mas também a sua bioacessibilidade/ biodisponibilidade (AKHTAR et al., 2011).

2. MERCADO E CONSUMO DE BISCOITOS NO BRASIL

O interesse em produtos de panificação é crescente devido principalmente a sua praticidade e viabilidade de consumo. Muitas pesquisas sobre ciência e tecnologia de cereais fornecem uma visão dos esforços aplicados aos estudos de desenvolvimento de novos produtos. Dentre eles, o biscoito merece destaque, pois é considerado um produto versátil para a população, é atrativo para as crianças, apresenta vida útil estendida, sabor e textura variada (AREPALLY *et al.*, 2020). Segundo Cauvain, 2016, produtos de panificação elaborados com farinha de trigo refinada são considerados um alimento básico em muitos países e, portanto, de importância global na nutrição.

De acordo com a ABIMAP (Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados) em 2019, foram comercializados um total de 18,795 bilhões de reais, o que corresponde a 1,475 milhões de toneladas de biscoitos no Brasil. Além disso, neste mesmo ano houve exportação equivalente a US\$49.843.945, correspondente a 33.202.093 kg de Bolachas e Biscoitos, enquanto que as importações alcançaram US\$17.538.239, o que corresponde a 4.584.068 kg de Bolachas e Biscoitos. Em relação à comercialização de biscoitos, o Brasil ocupa a quarta posição, ficando atrás somente dos Estados Unidos, Índia e China.

Segundo, o CENSO 2010, a frequência de consumo de alguns alimentos diminuiu com o aumento da faixa etária, inclusive o biscoito. O consumo de biscoitos entre os adolescentes (12,3g) é bem maior do que entre os adultos (3,2g) e idosos (0,6g). Dessa forma, os biscoitos podem ser considerados uma matriz alimentícia relevante para avaliar o efeito da fortificação de farinha de trigo com sulfato ferroso microencapsulado a fim de contribuir com a redução de anemia ferropriva da população.

3. ALTERAÇÕES DECORRENTES NO ALIMENTO OCASIONADAS PELO FERRO

Durante o processo de fortificação, alguns parâmetros devem ser levados em consideração para que não ocorra o comprometimento da qualidade da matéria-prima nem do produto final, como alterações de cor, sabor, custo, propriedades tecnológicas e de qualidade, capacidade de absorção no organismo, além do efeito do ferro (pró-oxidante) sobre a oxidação lipídica (AKHATAR et al., 2011; WHO, 2006).

Existem estudos na literatura que relacionam o emprego do ferro com possíveis alterações que podem ocorrer no alimento, como por exemplo, propriedades sensoriais, solubilidade, propriedades tecnológicas,

além do custo (AKHTAR et al., 2011; WHO, 2006).

Os compostos de ferro solúveis em água, embora sejam considerados mais biodisponíveis, podem promover o desenvolvimento indesejável de cor, aroma e sabor, além de contribuir com a oxidação de lipídios nos alimentos. Já os compostos insolúveis são pouco reativos e não acarretam o desenvolvimento de alterações indesejáveis, porém apresentam baixa biodisponibilidade em seres humanos (HURRELL, 2002; HURRELL et al., 2004). O sulfato ferroso, muito empregado na fortificação de alimentos, incluindo farinhas, pode promover a formação de radicais hidroxilas que são os responsáveis por iniciar o processo de peroxidação de lipídios em membranas biológicas, inativação de enzimas e danos à estrutura do DNA (MENDES et al., 2008; SCHUMANN et al., 2007). Entretanto, ele é recomendado por questões de solubilidade e custo.

Os lipídios presentes na farinha de trigo, mesmo que em pequenas quantidades, são os responsáveis pelo processo de rancificação (hidrolítica e oxidativa) (REBELLATO, 2016). Alguns estudos associam que o processo de oxidação pode ser catalisado por uma variedade de pró-oxidantes como enzimas, exposição à luz e íons metálicos como o ferro (OSTDAL et al., 2000).

Nesse sentido, alguns pesquisadores (COCATO et al., 2007; GOTELLI et al., 1996; MAJEED et al., 2013) têm sugerido a substituição do sulfato ferroso pelo mesmo composto, porém microencapsulado, pois esta técnica apresenta a vantagem de proteger o alimento de alterações organolépticas indesejáveis, prevenir a promoção da oxidação de lipídios e a interação com os compostos alimentares, além de apresentar biodisponibilidade semelhante ao composto não encapsulado.

Diversos pesquisadores (AKHTAR et al., 2011; GUPTA et al., 2012; NABESHIMA et al., 2005; REBELLATO et al., 2017) vêm estudando diferentes compostos de ferro disponíveis para a fortificação de alimentos, mas estudos ainda precisam ser realizados a fim de esclarecer o comportamento deste mineral quando microencapsulado como fonte de fortificação. Nesse sentido, estudar o efeito do sulfato ferroso microencapsulado numa matriz alimentícia a ser consumida, se faz necessário. Pois, dependendo da forma em que é utilizado, bem como a presença ou ausência de promotores de absorção, este nutriente poderá apresentar diferente potencial de absorção no organismo humano, além de comprometer a qualidade dos alimentos.

4. CONCLUSÃO

Através desta revisão bibliográfica, foi possível observar a importância da fortificação da farinha de trigo com ferro, pois é um ingrediente amplamente utilizado na preparação de outros alimentos. Além disso, a elaboração de biscoitos é de grande interesse visto que é um produto amplamente consumido. Desta forma, se bem estabelecido a forma de ferro empregada no processo de fortificação é possível prevenir a deficiência de ferro no organismo e consequente anemia; e evitar que as farinhas e consequente sub-produtos de panificação, possam sofrer alterações indesejadas e comprometer a qualidade do produto final.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAPI. (2019). Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados Retrieved 10/01, 2019

AKHTAR, S., ANJUM, F. M., & ANJUM, M. A. (2011). Micronutrient fortification of wheat flour: Recent development and strategies. *Food Research International*, 44(3), 652-659. doi: 10.1016/j.foodres.2010.12.033

AREPALLY D.; REDDY R.S.; GOSWAMI T.K.; DATTA A.K. Biscuit baking: A review. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109726>>. Acesso em 19 de agosto de 2020.

BRASIL. (2017). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RDC 150/2017 (pp. www.anvisa.org.br).

CARVALHO, P.R.N. et al. Alimentos - química e nutrição: a adição compulsória de ferro e ácido fólico às farinhas de milho e de trigo. Disponível em: <http://www.ital.org.br/quimica/page2.html>. Acesso em: 24 ago. 2020.

COCATO, M. L., RÉ, M. I., TRINDADE NETO, M. A., CHIEBAO, H. P., & COLLI, C. (2007). Avaliação por métodos in vitro e in vivo da biodisponibilidade de sulfato ferroso microencapsulado. *Revista de Nutrição*, 20, 239-247.

GOTELLI, C. A., GOTELLI, M. J., BOCCIO, J. R., ZUBILLAGA, M. B., CARO, R. A., GARCIA DEL RIO, H., & WEILL, R. (1996). Bioavailability of microencapsulated ferrous sulfate in fluid milk studies in human beings. *Acta Physiol Pharmacol Ther Latinoam*, 46(4), 239-245.

GUPTA, S., SHIMRAY, C. A., & VENKATESWARA RAO, G. (2012). Influence of organic acids on rheological and bread-making characteristics of fortified wheat flour. *International journal of food sciences and nutrition*, 63(4), 411-420. doi: 10.3109/09637486.2011.631522

HURRELL, R. (2002). Fortification: Overcoming Technical and Practical Barriers. *The Journal of Nutrition*, 132(4), 806S-812S.

HURRELL, R., LYNCH, S., BOTHWELL, T., CORI, H., GLAHN, R., HERTRAMPF, E., . . . ZIMMERMANN, M. B. (2004). Enhancing the absorption of fortification iron. A SUSTAIN Task Force report. *International journal for vitamin and nutrition research*, 74 (6), 387-401. Doi: 10.1024/0300-9831.74.6.387

LIEU, P. T., HEISKALA, M., PETERSON, P. A., & YANG, Y. (2001). The roles of iron in health and disease. *Molecular Aspects of Medicine*, 22 (1-2), 1-87. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0098-2997\(00\)00006-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0098-2997(00)00006-6)

MAJEED, H., Qazi, H. J., Safdar, W., & Fang, Z. (2013). Microencapsulation Can Be a Novel Tool in Wheat Flour with Micronutrients Fortification: Current Trends and Future Applications – a Review. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(6), 14.

MENDES, F. Q., GOMES, J. C., BARBOSA, T. S., SARTORI, M. A., & OLIVEIRA, M. G. A. (2008). Formulação de leite em pó enriquecido com ferro. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 26(1).

NABESHIMA, E. H., ORMENESE, R. D. C. S. C., MONTENEGRO, F. M., TODA, E., & SADAHIRA, M. S. (2005). Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães fortificados com ferro. *Food Science and Technology (Campinas)*, 25, 506-511.

O'DELL, B. L. Bioavailability of Trace Elements. 1984. Disponível em: <<https://academic.oup.com/nutritionreviews/article-abstract/42/9/301/1854708?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em 6 de outubro de 2020.

OSTDAL, H., ANDERSEN, H. J., & NIELSEN, J. H. (2000). Antioxidative activity of urate in bovine milk. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(11), 5588-5592.

REBELLATO, A. P., CASTRO LIMA, J., SILVA, J. G. S., STEEL, C. J., & LIMA PALLONE, J. A. (2017). Mineral bioaccessibility in French breads fortified with different forms iron and its effects on rheological and technological parameters. *Journal of Cereal Science*, 74, 56-63. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2017.01.020>

REBELLATO, A. P., BUSSI, J., SIQUEIRA SILVA, J. G., GREINER, R., STEEL, C. J., & LIMA PALLONE, J. A. (2017). Effect of different iron compounds on rheological and technological parameters as well as bio-accessibility of minerals in whole wheat bread. *Food Research International*, 94, 65-71.

SCHUMANN, K., ETTLE, T., SZEGNER, B., ELSENHANS, B., & SOLOMONS, N. W. (2007). On risks and benefits of iron supplementation recommendations for iron intake revisited. *Journal of trace elements in medicine and biology : organ of the Society for Minerals and Trace Elements*, 21(3), 147-168.

TAPIERO, H.; GATÉ, L.; TEW, K.D. Iron: deficiencies and requeriments. *Biomed Pharmacother*, .55, p. 324-332, 1991.

TORRES MAA; SATO K.; LOBO NF & QUEIROZ SS. Efeito do uso de leite fortificado com ferro e vitamina C sobre os níveis de hemoglobina e condição nutricional de crianças menores de 2 anos. *Rev Saúde Pública* 29 : 301-307, 1995

WHO. (2006). *Guidelines on food fortification with micronutrientes*. Geneva: World Health Organization.

WINTERGERST, E. S., MAGGINI, S., & HORNIG, D. H. (2007). Contribution of selected vitamins and trace elements to immune function. *Annals of nutrition & metabolism*, 51(4), 301-323. doi: 10.1159/000107673