



6º Simposio de Ensino de Graduação

DISPONIBILIDADE DE FERRO IN VITRO EM MISTURAS DE ALIMENTOS A BASE DE AVEIA E CASTANHA DO PARÁ.

Autor(es)

EDUARDO FRACCAROLLI BURIOLA

Co-Autor(es)

SOLANGE G. CANNIATTI-BRAZAC

Orientador(es)

MIRIAM COELHO DE SOUZA

1. Introdução

O interesse pelas dietas baseadas em alimentos de origem vegetal tem se tornado cada vez mais popular em vários países, por razões de saúde, filosóficas, ecológicas ou religiosas (Ball, Ackland, 2000; Leitzmann, 2005). Segundo a American Dietetic Association and Dietitians of Canada (2003) dietas vegetarianas apropriadamente planejadas são saudáveis, nutricionalmente adequadas, e promove benefícios a saúde na prevenção e tratamento de certas doenças, em todos os ciclos da vida. Há dois tipos de ferro presentes nos alimentos, o ferro não-heme, presente nos alimentos de origem vegetal e animal, e o ferro heme presente apenas nos alimentos de origem animal. O ferro heme representa 40% do mineral presente em carnes, enquanto os 60% restante é ferro não heme (Ziip et al, 2000). Alimentos de origem vegetal só contêm ferro não-heme, o qual sofre maior interação com os demais nutrientes presentes na dieta, tanto para estimular ou diminuir a absorção. Alguns inibidores seriam: os fitatos, fosfatos, polifenólicos, taninos, ácido oxálico, cálcio, chás, café, ovos e alguns temperos (Hurrell et al, 1999). Em contrapartida substâncias como ácido ascórbico, ácidos orgânicos, cisteína e peptídeos contendo cisteína, produtos fermentados de soja e carne aumentam a absorção do ferro não heme (Health et al, 2002). A quantidade de absorção de ferro em adultos é normalmente de 5 a 15%, mas pode chegar a 50% em casos de deficiência do mineral (Bread et al, 1996). A anemia é considerada a doença com maior prevalência no mundo, principalmente a ferropriva, que chega a ser responsável por 95% dos casos. Ocorre com mais frequência na população infantil de países em desenvolvimento, mas também em menores proporções em países desenvolvidos, e é inquestionavelmente um problema de saúde pública no Brasil (Queiroz, Torres, 2000; Torres et al, 1994).

2. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi estudar a disponibilidade de ferro em uma mistura alimentícia a base de alimentos de origem vegetal, contendo: arroz, feijão, tomate, aveia e castanha do Pará em diferentes

proporções por meio de testes in vitro.

3. Desenvolvimento

As matérias-primas utilizadas para as misturas foram: arroz (*Oryza sativa* L.), feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), aveia (*Avena sativa* L.) e castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*). Todo material foi adquirido no comércio local da cidade de Piracicaba – São Paulo, Brasil no mês de março 2007. O feijão foi lavado, deixado sob maceração por 12 horas em água deionizada na proporção de 1:3 (feijão:água) sendo a água descartada e adicionada na proporção 1:2 (feijão:água) para posterior cozimento em autoclave por 10 minutos a 121°C, conforme metodologia descrita por Molina, Fuente & Bressani (1975). Foram combinadas 6 amostras de arroz-aveia e arroz-castanha-do-Pará com feijão na proporção de 2:1, adicionando tomate equivalente a 5 mg de ácido ascórbico. Na tabela 1 observa-se as combinações das 6 misturas analisadas e o controle. A análise da diálise de ferro foi realizada segundo o método proposto por Whittaker et al. (1989). O teor de tanino foi determinado segundo Price et al. (1980). A determinação do ácido fítico foi baseada em Grynspar, Cheryan (1989). A concentração de ácido oxálico foi determinada pelo método de Moir (1953). Para a determinação de ferro, foi utilizada a metodologia de Sarruge, Haag (1974). A determinação de ácido ascórbico foi realizada apenas no tomate e seguiu a metodologia de Leme Junior

4. Resultado e Discussão

Na Tabela 2 estão descritos os teores em mg/g de ácido fítico, ácido oxálico e taninos. A quantidade de ácido fítico presente na amostra de AV na proporção de 75% foi significativamente ($p \leq 0,05$) maior do que nas demais amostras de AV. Contudo nas amostras de CP a proporção da oleaginosa não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) no teor de ácido fítico, porém os valores foram superiores ao comparado com o controle, e a média das amostras de CP foram significativamente maiores do que as médias das amostras de AV. Martini (2002) avaliando o teor de fitato em feijão carioca em base fresca encontrou 10,66 mg/g, e Canniatti-Brazaca e Silva (1999) encontraram 6,38 mg/g. A quantidade de ácido oxálico presente nas amostras de AV comparada com o controle não apresentaram diferença significativa, e para as amostras de CP na proporção de 20% observou-se valor significativamente maior do que o controle (Tabela 2). A concentração de ácido oxálico na média das amostras de CP foi significativamente maior do que a média das amostras de AV. Germano (2002) analisando diferentes misturas de alimentos fontes de ferro (espinafre, feijão e ovo) e de alimentos fonte de β -caroteno (cenoura, abóbora e couve) encontrou uma variação no teor de ácido oxálico de 1,4 a 2,7mg/g, sendo que a mistura com espinafre apresentou as maiores concentrações. Storcksdieck genannt Bonsmann et al. (2008) avaliaram espinafre e couve e encontraram teores de ácido oxálico de 848 mg/100g ou 8,48mg/g e 8 mg/100g ou 0,08mg/g respectivamente. Para os taninos, não foram observadas diferenças entre as amostras de AV comparadas com o controle, porém detectou-se diferença significativa entre as amostra de CP, principalmente na proporção de 5%, quando comparadas com o controle. Machado (2005) avaliando misturas com ovos, cenoura e couve encontrou maiores concentrações de taninos nas misturas com predominância de vegetais. Moura (2006) encontrou nas amostras de feijão comum em base seca 0,65mg/g de taninos enquanto Martini (2002) encontrou 0,5mg/g em base fresca. Os valores encontrados estão abaixo dos analisados nas amostras estudadas. Na tabela 3 são apresentadas as porcentagem de ferro dialisável e a concentração de ferro dialisável das amostras. Nota-se que tanto nas amostras AV e nas amostras CP a porcentagem de ferro dialisável foi diminuindo significativamente conforme as proporções de aveia e castanha do Pará foram aumentando. Não houve diferença significativa entre a média dos dois grupos. O ácido fítico é conhecido como o maior inibidor de ferro não-heme e as misturas de aveia e castanha do Pará apresentaram valores significativamente maiores para ácido fítico do que o grupo controle, principal fato que pode ter diminuído a sua biodisponibilidade. Hurrel et. al. (2003) avaliaram a concentração de ácido fítico e a biodisponibilidade de ferro em mingaus de cereais, antes e após a hidrólise total de fitato com o uso de enzima, e encontrou teor de 6,7 mg/g de ácido fítico na base fresca para o mingau de aveia e biodisponibilidade de 0,33% antes da degradação do fitato e 2,79% após. O ácido oxálico é um conhecido inibidor da absorção de cálcio (Heaney e Weaver, 1989) e tem sido reportado em diminuir a absorção de zinco (Kelsay e Prather, 1983) e magnésio

(Bohn, 2003) da dieta, entretanto poucos estudos têm sido realizados no efeito no ácido oxálico na biodisponibilidade de ferro. Segundo Samman et al.(1999) os taninos formam complexos insolúveis com o ferro não-heme no lúmen intestinal, diminuindo a sua absorção. Avaliando a biodisponibilidade de minerais nas refeições vegetarianas e onívoras servidas no restaurante universitário da Universidade Brasília, Siqueira et al (2007) encontraram maiores concentrações de ferro (18,7mg/kg – base fresca) e fitato (0,783mg/g – base fresca) na mistura vegetariana, e concluíram que a biodisponibilidade de ferro na mistura vegetariana foi média devido a uma razão molar ácido fítico:ferro de 3,77, valor inferior ao nível crítico que é de 14 ou mais. Madeleine e Melinda (1999) avaliaram a ingestão dietética de ferro e o estado nutricional de mulheres vegetarianas (n=50) e não vegetarianas (n=24) e não encontraram diferenças significativas entre a ingestão de ferro, o estoque de ferro e concentração de hemoglobina nos dois grupos. Comparando o estado nutricional de 30 jovens suecos veganos e 30 jovens onívoros quanto teor de ferro sanguíneo, Christel e Gunnar (2002) não encontraram diferença significativa em relação ao grupo de jovens veganos e onívoros que apresentavam baixos níveis de ferro sanguíneo. O estudo EPIC-Oxford (Gwyneth, et al, 2002) avaliando estilo de vida e hábitos alimentares em 33.883 não vegetarianos e 31.546 vegetarianos através de recordatório de sete dias, mostrou diferença na ingestão de micronutrientes, principalmente de ferro na população de veganos que tiveram a maior ingestão do mineral.

5. Considerações Finais

Conclui-se que mesmo com uma menor biodisponibilidade apresentada pelas misturas de aveia e castanha do Pará, a concentração do ferro dialisável foi similar em todas as misturas e no controle. A quantidade total do ferro da mistura e sua biodisponibilidade podem levar à interpretações errôneas quando não se avalia a quantidade de ferro dialisável dos diferentes alimentos e misturas na dieta.

Referências Bibliográficas

- BALL, J.M.; BARTLETT, M.A. Dietary intake and iron status of Australian vegetarian women. *Am J Clin Nutr.* V.70, n.1, p.353-358, 1999.
- BALL, M.J.; ACKLAND, M.L. Zinc intake and status in Australian vegetarians. *Br J Nutr.* V. 83, n. 1, p. 27-33, 2000.
- BEARD, J.L.; DAWSON, H.; PIÑERO, D.J. Iron metabolism: a comprehensive review. *Nutrition Reviews.* V.54, n.10, p.295-317, 1996.
- BOHN, T. Magnesium Absorption in Humans. Department of Agricultural and Food Sciences. Zurich, 2003. Dissertation (Doctor of Natural Sciences), Swiss Federal Institute of Technology Zurich, ETH Zurich.
- CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SILVA, F.C. Avaliação do aproveitamento do ferro de leguminosas por dálise in vitro. In: Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 20, São Paulo, 1999. Resumos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 1999, 258 p.
- CHRISTEL, L.; GUNNAR, K.J. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr.* V. 76, n.1, p. 100-106, 2002.
- COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de nutrientes, 1ª. Edição. Barueri, SP: Manole, 2005.
- GERMANO, R.M.A. Disponibilidade de ferro na presença do β -caroteno e o efeito dos interferentes em combinações de alimentos. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP).
- GRYNSPAN, F.; CHERYAN, M. Phytate-calcium interaction with soy protein. *Journal of the American Oil Chemists Society.* V.66, n.1, p.93-97, 1989.
- GWYNETH, K.D.; ELIZABETH, A.S.; PAUL, N.A.; NAOMI, E.A.; KATHERINE, H.K.; TIMOTHY J.K. EPIC–Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutrition,* V.6, n.3, p. 259-268, 2002.
- HEANEY, R.P.; WEAVER, C.M. Oxalate: effect on calcium absorbability. *Am J Clin Nutr.* V.50, n.1, p.830-832, 1989.
- HEATH, A.L.; FAIRWEATHER-TAIT, S. J. Clinical implications of changes in the modern diet: iron intake,

absorption and status. *Best Practice & Research, Clinical Haematology*. V.15, p.225-241, 2002.

HURRELL, F.R.; REDDY, B.M.; JUILLERAT, M.A.; COOK, J.D. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. *Am J Clin Nutr*. V.77, n.1, p. 1213-1219, 2003.

HURRELL, R.F.; REDDY, M.; COOK, J.D. Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages. *Br J Nutr*. V.81, n. 2, p. 289-295, 1999.

KELSAY, J.L.; PRATHER, E.S. Mineral balances of human subjects consuming spinach in a low-fiber diet and in a diet containing fruits and vegetables. *Am J Clin Nutr*. V.38, n.1, p. 12-19, 1983.

LEITZMANN, C. Vegetarian diets: what are the advantages? Elmadfa I, editor. *Diet diversification and health promotion*. Forum Nutr Basel. V. 57, p. 147-156, 2005.

LEME JUNIOR. Determinação fotométrica de ácido ascórbico. *Anais da ESALQ*

MACHADO, F.M.V.F. Disponibilidade de ferro em ovo, cenoura e couve e suas misturas. Piracicaba, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP).

MARTINI, F.C.C. Comparação entre a disponibilidade de ferro na presença de vitamina A e beta-caroteno em alimentos e medicamentos. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP).

MOIR, K.W. Determination of oxalic acid in plant Queensland. *Journal Agricultural Science*. V.10, n.1, p.1-3, 1953.

MOLINA, M.R.; FUENTE, G.; BRESSANI, R. Interrelationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Food Science*. V. 40, p. 587-591, 1975.

MOURA, N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Avaliação da disponibilidade de ferro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em comparação com carne bovina. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. V. 26, n. 2, 2006.

Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Vegetarian diets. *J Am Diet Assoc*. V. 103, n. 6, p. 748-765, 2003.

PRICE, M.L.; HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeonpeas and mung beans. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. v.28, n.2, p.459-461, 1980.

QUEIROZ, S.S.; TORRES, M.A.A. Anemia ferropriva na infância. *J Pediatr*. V. 73, p. 298-304, 2000.

SABATE, J.; RATZIN-TURNER, R.A.; BROWN, J.E. Vegetarian diets: descriptions and trends. In: Sabate J, ed. *Vegetarian Nutrition*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2001. Cap1, p. 3-17.

SAMMÁN, N.; MALDONADO, S.; ALFARO, M.E.; FAR-FÁN, N.; GUTIERREZ, J. Composition of different bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) of northwestern Argentina (region NOA): cultivation zone influence. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. V. 47, n. 7, p. 2.685-2.689, 1999.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba: USP/ESALQ, 1974.

SIQUEIRA, E.M.A.A.; MENDES, J.F.R.; ARRUDA, S.F. Biodisponibilidade de minerais em refeições vegetarianas e onívoras servidas em restaurante universitário. *Rev. Nutr. Campinas*. V. 20, n. 3, 2007.

STORCKSDIECK GENANNT BONSMANN, S.; WALCZYK, T.; RENGGLI, S.; HURRELL, R.F. Oxalic acid does not influence nonhaem iron absorption in humans: a comparison of kale and spinach meals. *European Journal of Clinical Nutrition*. v.62, n.1, p.336-341, 2008.

TORRES, M.A.; SATO, K.; QUEIROZ, S.S. Anemia em crianças menores de 2 anos atendidas nas Unidades Básicas de Saúde no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Pública*. V.28, p. 290-294, 1994.

WHITTAKER, P.; SPIVEY FOX, M.R.; FORBES, A.L. In vitro prediction of iron bioavailability for food fortification. *Nutrition Reporter International*. v.39, n.6, p.1205-1215, 1989.

ZIJP, I.M.; KORVER, O.; TIJBURG, L.B. Effect of tea and other dietary factors on iron absorption. *Crit Rev Food Sci Nutr*. V. 40, n. 5, p. 371-398, 2000.

Anexos

Tabela 3. Porcentagem de ferro dialisável e concentração de ferro dialisável (mg/kg) em base fresca

	Ferro dialisável (%)	Concentração de ferro dialisável (mg/kg)
Aveia		
Controle	16,23 ± 0,15 ^{1a2}	1,42 ± 0,10 ³
25%	12,28 ± 0,04 ^b	1,41 ± 0,05 ^a
50%	8,72 ± 0,07 ^c	1,38 ± 0,07 ^a
75%	7,02 ± 0,12 ^d	1,36 ± 0,13 ^a
Média	9,34 ± 2,68 ⁴³	1,38 ± 0,03 ⁴
Castanha do Pará		
Controle	16,23 ± 0,15 ^a	1,42 ± 0,10 ³
5%	10,83 ± 0,38 ^b	1,41 ± 0,20 ^a
10%	10,28 ± 0,07 ^b	1,38 ± 0,09 ^a
20%	9,08 ± 0,19 ^c	1,41 ± 0,02 ^a
Média	10,06 ± 0,9 ^A	1,40 ± 0,02 ^A

¹ Média de 3 repetições + desvio-padrão.

² Letras minúsculas diferentes nas colunas para as misturas de aveia e de castanha do Pará indicam diferença estatística (P≤0,05).

³ Letras maiúsculas diferentes nas colunas para as médias de aveia e de castanha do Pará indicam diferença estatística (P≤0,05).

Tabela 2. Teores de ácido fítico, ácido oxálico e taninos em mg/g de amostra (base fresca).

	Ácido Fítico	Ácido Oxálico	Taninos
Aveia			
Controle	2,17 ± 0,16 ^{1b2}	0,07 ± 0,02 ^a	2,0 ± 0,21 ^a
25%	1,98 ± 0,35 ^b	0,04 ± 0,0 ^a	1,77 ± 0,18 ^a
50%	2,39 ± 0,29 ^{ab}	0,05 ± 0,0 ^a	2,00 ± 0,2 ^a
75%	3,06 ± 0,41 ^a	0,05 ± 0,0 ^a	1,62 ± 0,27 ^a
Média	2,48 ± 0,56 ^{3B}	0,05 ± 0,0 ^B	1,80 ± 0,25 ^A
Castanha do Pará			
Controle	2,17 ± 0,16 ^b	0,07 ± 0,02 ^a	2,0 ± 0,21 ^{ab}
5%	3,59 ± 0,16 ^a	0,08 ± 0,03 ^{ab}	2,36 ± 0,15 ^a
10%	3,68 ± 0,04 ^a	0,12 ± 0,0 ^{ab}	1,52 ± 0,27 ^b
20%	3,77 ± 0,80 ^a	0,13 ± 0,0 ^a	1,29 ± 0,42 ^b
Média	3,68 ± 0,41 ^A	0,11 ± 0,03 ^A	1,73 ± 0,55 ^b

¹ Média de 3 repetições + desvio padrão.

² Letras minúsculas diferentes nas colunas para as misturas de aveia e de castanha do Pará indicam diferença estatística (P≤0,05).

³ Letras maiúsculas diferentes nas colunas para as médias de aveia e de castanha do Pará indicam diferença estatística (P≤0,05).

Tabela 1 – Composição das amostras estudadas

Amostra	Mistura (2 partes)	Leguminosa (1 parte)	Ácido ascórbico (5mg)
1	Arroz 75%	Aveia 25%	Tomate
2	Arroz 50%	Aveia 50%	Tomate
3	Arroz 25%	Aveia 75%	Tomate
4	Arroz 95%	Castanha do Pará 5%	Tomate
5	Arroz 90%	Castanha do Pará 10%	Tomate
6	Arroz 80%	Castanha do Pará 20%	Tomate
7 (controle)	Arroz	Feijão	Tomate