

Baixa digestibilidade proteica e presença de antinutricionais em produtos tipo mix de cereais

Low protein digestibility and anti-nutritional factors in cereal mix like products

ABSTRACT

MANTOANI, A. C.; PESSATO, T. B.; TAVANO, O. L. Low protein digestibility and anti-nutritional factors in cereal mix like products. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 38, n. 3, p. 245-255, dez. 2013.

Products composed of cereal mixes and other ingredients such as guarana, gelatin and cocoa powders; yeast; and soybean, flaxseed and sesame extracts have presented increased sales while receiving ever-growing criticism. Amongst the ingredients that could compose this cereal mix, most are of vegetable origin, wholegrain and not thermally processed. Therefore, they may present anti-nutritional factors, which are recognized to harm the bioavailability of nutrients, such as proteins. In this study, we aimed to evaluate the protein quality of these products, sold in the municipality of Uberaba, Brazil. The protein digestibility, tannins and trypsin inhibitors of the 14 samples were assessed. All samples showed trypsin inhibition activity and tannins. These results suggest that those products present low potential for nutrient utilization, especially with regards to proteins.

Keywords: Nutritional protein value. Cereal mix. Protein inhibitors. Tannins.

**ALINE CLAUDIA MANTOANI¹;
TASSIA BATISTA PESSATO¹;
OLGA LUISA TAVANO¹**

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, Instituto de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição.

Endereço para correspondência:

Olga Luisa Tavano.

Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, Instituto de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição.

Rua Getúlio Guaritá, 159, sala 323

CEP 38025-440

Uberaba - MG - Brasil.

E-mail: tavanool@yahoo.com.br

Agradecimentos:

Os autores agradecem à Profa Dra. Roseli Aparecida da Silva Gomes, pela disponibilização de recursos do Laboratório de Bioquímica e Biofísica/ ICB/ UFTM, e a Christopher Mosley, pela revisão dos textos em língua estrangeira.

RESUMEN

Productos compuestos por mezclas de cereales y otros ingredientes, como guaraná en polvo, gelatina en polvo, cacao en polvo, levadura de cerveza, extracto de soja, linaza y ajonjolí, presentan creciente comercialización, al mismo tiempo que aumentan los cuestionamientos al respecto. Estos productos están compuestos de variados ingredientes, la mayoría de origen vegetal, integral y sin procesamiento térmico previo, y podrían presentar antinutricionales, reconocidamente capaces de perjudicar la biodisponibilidad de nutrientes, tales como las proteínas. Este estudio evaluó la calidad proteica de productos listos para el consumo, compuestos por mezclas de cereales y otros componentes, comercializados en la ciudad de Uberaba-MG, determinando sus niveles antinutricionales y su digestibilidad proteica in vitro. Todas las muestras analizadas presentaron inhibición en la actividad de tripsina y de taninos. Las muestras presentaron muy claramente bajos valores de digestibilidad proteica in vitro. Los resultados sugieren que estos productos presentan bajo potencial de utilización de sus nutrientes, muy especialmente con respecto a sus proteínas.

Palabras clave: Valor nutricional de proteínas.
Mix de cereales. Inhibidores de proteasas.
Taninos.

RESUMO

Misturas de cereais e outros ingredientes, como guaraná em pó, gelatina em pó, cacau em pó, levedo de cerveja, extrato de soja, linhaça e gergelim, vêm apresentando crescente comercialização, concomitantemente com crescentes questionamentos a seu respeito. Dentre os ingredientes variados que podem compor estes produtos, a maioria é de origem vegetal, integral e sem processamento térmico prévio, e poderiam apresentar antinutricionais, reconhecidamente capazes de prejudicar a biodisponibilidade de nutrientes, como proteínas. Este trabalho buscou avaliar a qualidade proteica de produtos prontos para o consumo, compostos por misturas de cereais e outros componentes, comercializados no município de Uberaba-MG, determinando seus teores de antinutricionais e sua digestibilidade proteica in vitro. Todas as amostras analisadas apresentaram atividade de inibição de tripsina e teores de taninos, e baixa digestibilidade in vitro.

Palavras-chave: Valor nutricional de proteínas.
Mix de cereais. Inibidores de proteases. Taninos.

INTRODUÇÃO

O questionamento sobre o valor nutricional de misturas muito complexas de componentes vegetais, incluindo fontes proteicas, não é raro. Estudos abordando o valor nutricional de multimisturas indicam que certos alimentos considerados como fonte de proteínas apresentam aproveitamento menor quando o consumo se dá em conjunto com diferentes ingredientes de origem vegetal (DELFINO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010; KAMINSKI et al., 2006; SANTANA et al., 2000; SOUZA et al., 2006).

Sob a denominação de 'Ração Humana', produtos compostos por misturas de cereais e outros ingredientes, como guaraná em pó, gelatina em pó, cacau em pó, levedo de cerveja, extrato de soja, linhaça e gergelim, apresentaram, nos últimos anos, ampla comercialização, concomitantemente com crescentes questionamentos a seu respeito, o que culminou com a proibição de tal denominação pela ANVISA, por meio do Informe Técnico de 20 de maio de 2011 (BRASIL, 2011). Este levantava questionamentos sobre o enquadramento do produto frente a registro e afirma que a expressão 'Ração Humana' não pode ser utilizada como denominação de venda, pois está em desacordo com a Resolução ANVISA RDC n.º 259/2002 (BRASIL, 2002).

A expressão 'Ração' utilizada poderia induzir a ideia de um alimento completo e, desta forma, todos aqueles nutrientes essenciais, como proteínas, deveriam estar ali contemplados, além de terem sua disponibilidade assegurada, e estes poderiam ser dois pontos questionáveis. Estes produtos tiveram então sua denominação adequada e, para a maioria dos produtos, passaram a receber denominações, como 'Mix de cereais', 'Mix de fibras' e 'Misturas de grãos', entre outras, que ainda são comercializados como produtos prontos para o consumo e apresentam composição extremamente variada, de acordo com a empresa fabricante. Dentre os ingredientes utilizados, a maioria é de origem vegetal e poucos produtos mencionam utilização de tratamento térmico, o que inativaria compostos conhecidos por exercerem atividade antinutricional, entre os quais os inibidores de proteases e taninos, capazes de prejudicar a digestibilidade proteica (BERNO; GUIMARÃES-LOPES; CANNIATTI-BRAZACA, 2007; EGG-MENDONÇA et al., 2003; GOLANI; COCKELL; SEPEHR, 2005; SILVA; ROCHA; CANNIATTI-BRAZACA, 2009; SILVA; SILVA, 1999; 2000).

Este trabalho fez uma avaliação deste tipo de produto pronto para consumo, caracterizado por mistura de cereais e outros componentes, com enfoque na qualidade proteica.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Foram analisadas 14 diferentes amostras de produtos alimentícios prontos para o consumo, à base de mistura de cereais e outros ingredientes, como guaraná em pó, gelatina em pó, cacau em pó, levedo de cerveja, extrato de soja, linhaça e gergelim, adquiridos em supermercados, lojas de produtos naturais e pequenos entrepostos do comércio local de Uberaba-MG, no ano de 2011, na região central da cidade.

MÉTODOS

PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram trituradas até granulometria de 40 mesh e homogeneizadas antes das análises.

DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS

A determinação do teor de proteína foi realizada pelo método de Kjeldahl (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1990), utilizando-se os fatores 6,38 e 6,25 para conversão dos teores de nitrogênio em proteínas, respectivamente para a amostra de caseína (utilizada como padrão em ensaio de digestibilidade proteica) e para os 'mix de cereais' analisados.

DIGESTIBILIDADE PROTEICA IN VITRO

A digestibilidade *in vitro* foi determinada conforme descrito por Akesson e Stahman (1964), utilizando-se sequência de incubação com pepsina e pancreatina, a 37 °C, por 3 e 24 h, respectivamente. A reação foi interrompida por adição de ácido tricloroacético, até concentração final de 10%, seguida de centrifugação 7.000 rpm/15 min. O sobrenadante foi utilizado para determinação do grau de hidrólise, calculado pelo aumento da concentração de amino grupos em solução, como descrito por Church et al. (1983), com uso de reagente OPA (o-ftaldialdeído). Uma curva analítica de L-leucina foi utilizada como referência.

ATIVIDADE DE INIBIDORES DE TRIPSINA

A atividade de inibidores de tripsina das amostras foi determinada como descrito por Kakade et al. (1974), com uso de reagente BAPNA (benzoi-DL-arginina-p-nitroanilida) como substrato, sendo que uma unidade de tripsina (UT) foi definida arbitrariamente como o aumento de 0,01 unidade de absorvância a 410 nm por 10,0 mL do meio de reação. Os resultados foram expressos como Unidades de Inibição de Tripsina (UIT) por miligrama de amostra.

DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE TANINOS CONDENSADOS

Os taninos condensados foram extraídos das amostras com auxílio da mistura de HCl:Metanol a 1%, sob agitação mecânica à temperatura ambiente, por três horas e em ausência de luz. A extração foi repetida por mais duas vezes e os extratos, reunidos. A determinação do conteúdo de tanino foi realizada segundo Earp et al. (1981), com utilização do reagente de vanilina e leitura a 500 nm. Uma curva padrão de catequinas foi utilizada como referência.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão. Quando necessária a comparação entre as amostras, utilizou-se análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), para comparação entre os resultados, através do uso do programa *Statsoft STATISTICA 8.0* (STATISTICA, 2007)

RESULTADOS

Embora a ANVISA, por meio do Informe Técnico de 20 de maio de 2011 (BRASIL, 2011), tenha proibido a denominação de venda ‘Ração Humana’, por estar em desacordo com a Resolução ANVISA RDC n.º 259/2002 (BRASIL, 2002), ainda foi possível encontrar grande variedade de produtos comercializados e identificados como tal em seu rótulo principal, no ano de 2012, em Uberaba-MG. Esta denominação vem sendo substituída por ‘Mix de Cereais’ para a maioria das marcas utilizadas, sendo que alguns produtos passaram a utilizar a denominação ‘Mix de Fibras’ ou ainda ‘Complemento Alimentar – Mix de grãos’.

Foram obtidas 14 amostras diferentes, sendo todas comercializadas na forma de mistura pronta para o consumo.

Na Tabela 1, foram elencados os ingredientes que compõem as amostras obtidas para este estudo, conforme declarado nas próprias embalagens. Observa-se grande variedade de ingredientes, como fibra de mandioca, fibra de arroz integral, amaranto, canela, fibra de berinjela, chá verde, ginseng e goma guar.

O teor de proteína foi determinado e comparado aos valores declarados nos rótulos (Tabela 2). Algumas amostras (21%) estão em desacordo com a RDC n.º 360 da ANVISA (BRASIL, 2003), em que se admite uma tolerância de mais 20% no conteúdo de um componente com relação aos valores declarados no rótulo (Tabela 2).

Quanto à digestibilidade proteica *in vitro* (Tabela 3), os percentuais de hidrólise oscilaram entre 5,52 e 21,89% (valor médio=13,78%). O percentual de hidrólise da caseína (padrão) foi 32,83%, e, portanto, ao se considerar a média geral encontrada, os produtos apresentariam digestibilidade relativa baixa (cerca de 42% daquele valor apresentado pelo padrão caseína), sendo que a amostra que apresentou maior digestibilidade proteica apresentou valor equivalente a 66,7% do obtido para a caseína (Tabela 3).

Na Tabela 4, encontram-se os teores de taninos e a atividade de inibição de tripsina. Todas as amostras apresentaram resultado positivo para taninos e inibidores de tripsina, incluindo aquelas com indicação de tratamento térmico (como descrito nos rótulos das amostras 8 a 11), o que deveria ter inativado os fatores antinutricionais.

DISCUSSÃO

A qualidade nutricional de proteínas está relacionada ao perfil de aminoácidos e à digestibilidade (OSTE, 1991). O aproveitamento da proteína em misturas muito complexas de componentes vegetais, em especial aquelas contendo ingredientes *in natura*, pode ser prejudicado devido aos fatores antinutricionais, como os inibidores de proteases e taninos (BERNO; GUIMARÃES-LOPES; CANNIATTI-BRAZACA, 2007; EGG-MENDONÇA et al., 2003; GOLANI; COCKELL; SEPEHR, 2005; SILVA; ROCHA; CANNIATI-BRAZACA, 2009; SILVA; SILVA, 1999; 2000). Taninos, compostos fenólicos solúveis em água, podem se complexar às proteínas, prejudicando sua digestibilidade por dificultar o acesso de enzimas digestivas a seus sítios de ligação, bem como diretamente, se ligando a enzimas digestivas e impedindo, assim, sua ação (SILVA; SILVA, 1999).

Tabela 1 - Presença de componentes nas formulações dos produtos analisados, conforme declarado nos rótulos das embalagens

Componentes*	Produtos													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Leite de Soja em Pó	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gergelim	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Levedo de Cerveja	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Fibra de Trigo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Gelatina	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Quinoa	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	
Linhaça				x	x	x		x	x	x	x		x	x
Cacau		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Gérmen de Trigo	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x
Aveia em Flocos			x		x	x	x	x	x	x	x			x
Açúcar Mascavo		x	x	x			x		x	x		x	x	x
Guaraná em Pó		x		x			x	x	x			x	x	x
Farelo de Aveia	x	x		x									x	x
Farinha de Linhaça Dourada	x	x	x				x					x		
Fibra de Maracujá	x	x	x					x				x		
Amaranto					x							x		
Farinha de Banana Verde					x			x						
Farinha de Feijão Branco	x		x											
Fibra de Mandioca			x											
Fibra de Arroz Integral			x											
Fibra de Berinjela			x											
Chá Verde			x											
Sal Marinho			x											
Canela								x						
Farinha de Arroz					x									
Proteína de Soja												x		
Flocos de Milho												x		
Ginseng												x		
Goma Guar												x		

*A marcação 'x' identifica a presença declarada do componente no produto correspondente.

Tabela 2 - Concentração de proteínas determinadas e declaradas nos rótulos dos produtos analisados

Amostras	Concentração de proteínas (g/100 g)	
	Valor determinado*	Valor declarado na embalagem do produto
Produto 1	23,51±1,44	18,5
Produto 2	20,58±0,13	18,5
Produto 3	8,86±1,08	18,5
Produto 4	18,32±0,29	18,5
Produto 5	21,60±0,19	20
Produto 6	22,53±0,36	22,5
Produto 7	20,91±0,02	10
Produto 8	20,73±2,18	20
Produto 9	22,53±0,3	20
Produto 10	22,29±0,33	20
Produto 11	24,68±0,51	20
Produto 12	17,23±0,77	16
Produto 13	26,46±0,20	25
Produto 14	15,84±0,22	15

*Valores expressos como média ± desvio padrão de três determinações.

Tabela 3 - Digestibilidade protéica *in vitro* dos produtos analisados

Amostras	Digestibilidade <i>in vitro</i>	
	Porcentagem de Hidrólise*	Valores expressos como porcentagem ao obtido para Caseína
Caseína	32,83 ^a ±1,17	100
Produto 1	14,21 ^{bc} ±0,73	43,29
Produto 2	11,05 ^b ±2,43	33,65
Produto 3	5,52 ^d ±0,59	19,70
Produto 4	11,53 ^{bc} ±3,12	35,13
Produto 5	14,41 ^{bc} ±0,48	43,88
Produto 6	11,47 ^{bc} ±4,01	34,92
Produto 7	10,21 ^{bc} ±5,07	31,11
Produto 8	15,19 ^{bce} ±2,72	46,27
Produto 9	15,47 ^c ±1,07	47,11
Produto 10	14,08 ^{bc} ±2,37	42,88
Produto 11	21,89 ^f ±1,02	66,66
Produto 12	13,52 ^{bc} ±1,80	41,16
Produto 13	15,67 ^c ±1,07	47,74
Produto 14	18,78 ^e ±1,50	57,20

*Valores expressos como média ± desvio padrão de três determinações. Letras iguais sobrescritas indicam que não há diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 4 - Atividade de inibição de tripsina e teores de taninos nos produtos analisados

Amostras	UIT*/ g de amostra	Taninos (mg de catequinas/g de amostra)
Produto 1	860,02 ^a ±0,01	0,60 ^a ±0,14
Produto 2	1.056,04 ^b ±0,01	0,89 ^{abcd} ±0,18
Produto 3	820,00 ^a ±0,96	4,36 ^e ±0,01
Produto 4	767,51 ^d ±21,21	1,95 ^f ±0,06
Produto 5	1.479,23 ^c ±5,02	1,87 ^f ±0,02
Produto 6	955,06 ^f ±3,53	2,45 ^g ±0,03
Produto 7	933,76 ^g ±5,30	1,93 ^f ±0,08
Produto 8	587,51 ^h ±28,28	2,19 ^h ±0,06
Produto 9	877,58 ^g ±7,07	1,53 ⁱ ±0,02
Produto 10	786,28 ^d ±15,81	1,03 ^b ±0,01
Produto 11	910,04 ^g ±3,53	1,05 ^c ±0,01
Produto 12	1.235,00 ^{fgk} ±14,14	1,10 ^d ±0,01
Produto 13	921,20 ^k ±5,31	1,39 ^j ±0,04
Produto 14	738,73 ^d ±35,35	0,31 ^k ±0,05

*UIT = unidades de inibição de tripsina. Valores expressos como média ± desvio padrão de três determinações. Letras iguais sobrescritas indicam que não há diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Os inibidores de proteases (inibidores de tripsina) tiveram sua ação primeiramente demonstrada em grãos de soja, quando se verificou que determinados componentes podiam interferir na absorção de suas proteínas, estabelecendo claramente uma relação inversa entre o conteúdo de inibidores de proteases e a digestibilidade de suas proteínas, fenômeno posteriormente verificado em outros vegetais (LIENER, 1980). É sabido que a inibição ocorre com intensidades distintas entre tripsinas de diferentes espécies animais, o que inclui a tripsina humana (RESELAND et al., 1996), e esta ação poderia desencadear mecanismo de hiperestímulo da secreção pancreática, com possível instalação de hipertrofia e/ou hiperplasia das células acinares do pâncreas (LIENER, 1986). A inativação destes inibidores por tratamento térmico já foi demonstrada por inúmeros trabalhos (EGBE; AKINYELE, 1990; NIELSEN; HEVIA; BRITO, 1983), mas a utilização da forma *in natura* dos ingredientes de alimentos do tipo mix de cereais, como estudados neste trabalho, favorece que estes inibidores permaneçam ativos (Tabela 4). Os rótulos das amostras 8 a 11 indicam que estes produtos foram elaborados com emprego de processamento térmico. No entanto, o comportamento destas amostras foi similar às demais analisadas (Tabelas 3 e 4), sendo que a amostra 11 apresentou valor de digestibilidade proteica mais alto entre os produtos avaliados.

A presença destes fatores antinutricionais nas amostras pode colaborar para que se justifiquem os baixos valores de digestibilidade proteica (Tabela 3). De acordo com Nielsen, Hevia e Brito (1983), o valor da digestibilidade verdadeira do gergelim em relação à caseína é de 86,34%. Yamada et al. (2003) encontraram valores de digestibilidade de até 91% para extrato de levedura e

Mendes et al. (2009) citam valores acima de 73,24% de digestibilidade para diferentes variedades de soja.

Souza et al. (2006) verificaram o prejuízo no aproveitamento de proteínas de leite, quando este foi utilizado como fonte proteica em multimisturas, por causa da presença de fatores antinutricionais no produto. Vale lembrar que a maioria das amostras aqui estudadas traz recomendações de consumo que incluem a adição destes produtos a iogurtes ou leite, ou seja, poderia ainda haver um prejuízo adicional ao aproveitamento das proteínas destes outros alimentos devido aos fatores antinutricionais presentes nos ingredientes dos mix de cereais, que poderiam interferir na biodisponibilidade.

De acordo com as informações nutricionais apresentadas nos rótulos das embalagens, ao se considerarem as concentrações de proteínas e as recomendações de consumo (porção), sugere-se que o consumo destes produtos supra entre 4 e 10% das necessidades diárias de proteínas. Além da dúvida quanto à confiabilidade dos valores de teor de proteínas declarados em tais produtos, uma vez que a amostra 3, por exemplo, apresentou cerca de 50% do valor apresentado no rótulo (Tabela 2), de acordo com os baixos percentuais de digestibilidade proteica encontrados (Tabela 3), seria possível questionar este potencial suprimento destas necessidades diárias. O mesmo produto 3, por exemplo, apresentou valor de digestibilidade dos mais baixos, correspondendo a 19,7 % do valor da caseína (Tabela 3).

Embora conste a relação dos ingredientes das amostras na embalagem, não há como discutir a influência individual dos ingredientes ou mesmo afirmar que são comparáveis, já que as proporções destes na mistura final podem ser muito distintas, além do tipo de processamento utilizado.

Outro estudo (BORRÉ, 2012) também verificou falta de conformidade entre as informações nutricionais e de qualidade nos aspectos físicos, microscópicos e microbiológicos de produtos comercializados em Niterói-RJ. Além disto, não se observou relação entre o consumo deste tipo de produto e a perda de peso, ou alteração de perfil lipídico e glicêmico de animais.

CONCLUSÕES

As amostras estudadas apresentam composição variada e complexa, dado o número de ingredientes. As amostras apresentaram baixo potencial de aproveitamento proteico, avaliado pela digestibilidade *in vitro* e pela presença de fatores antinutricionais, como taninos e inibidores de tripsina. Este estudo sugere necessidade de atenção quando da recomendação de produtos preparados de misturas de vegetais *in natura*.

REFERÊNCIAS/REFERENCES

- AKESON, W. R.; STAHPMAN, M. A. A. Pepsin-pancreatin digest index of protein quality evaluation. *J Nutr.*, v. 83, p. 257-261, 1964. PMID:14191426.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Washington, 1990.
- BERNO, L. I.; GUIMARÃES-LOPES, T. G.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação da composição centesimal, digestibilidade e atividade inibitória de tripsina em produtos derivados de soja (*Glycine max*). *Alim Nutr.*, v. 18, n. 3, p. 277-282, 2007.
- BORRÉ, J. L. *Estudo da qualidade nutricional e higiênico-sanitária da ração humana e do efeito de seu consumo sobre*

o peso corporal, perfil lipídico e glicemia em ratos. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

BRASIL. Informe Técnico nº 46, de 20 de maio de 2011. Esclarecimentos sobre produtos comercializados com a denominação "RAÇÃO HUMANA". *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 20 maio 2011.

BRASIL. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 set. 2002.

BRASIL. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

CHURCH, F. C.; SWAISGOOD, H. E.; PORTER, D. H.; CATIGNANI, G. L. Spectrophotometric assay using o-phthaldialdehyde for determination of proteolysis in milk and isolated milk proteins. *J Dairy Sci.*, n. 66, p. 1219-27, 1983. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81926-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81926-2)

DELFINO, R. A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade protéica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. *Ciênc Tecnol Aliment.*, v. 30, n. 2, p. 308-312, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000200003>

EARP, C. F.; AKINGBALA, J. O.; RING, S. H.; ROONEY, L. W. Evaluation of several methods to determine tannins in sorghums with varying kernel characteristics. *Cereal Chem.*, v. 58, p. 234-238, 1981.

EGBE, I. A.; AKINYELE, I. O. Effect of cooking on the antinutritional factors of lima beans (*Phaseolus lunatus*). *Food Chem.*, v. 35, p. 81-7, 1990. [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(90\)90022-V](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(90)90022-V)

EGG-MENDONÇA, C. V. C.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; MORAIS, A. R. Quantificação de polifenóis e digestibilidade protéica de famílias de feijoeiro comum. *Ciênc Agrotecnol.*, v. 27, n. 4, p. 858-864, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000400018>

GOLANI, G. S.; COCKELL, K. C.; SEPEHR, E. Effects of antinutritional factors on protein digestibility and amino acid availability in foods. *J AOAC Int.*, v. 88, n. 3, p. 967-987, 2005.

KAKADE, M. L.; RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; PUSKI, G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.*, n. 51, p. 376-382, 1974.

KAMINSKI, T. A.; BAGETTI, M.; SILVA, L. P.; CALLEGARO, M. G. K.; FELL, É. R. Avaliação dos elementos tóxicos, antinutricionais e patógenos em multimisturas. *Alim Nutr.*, v. 17, n. 2, p. 171-179, 2006.

LIENER, I. E. *Toxic constituents of plants foods*. 2. ed. New York: Academic Press, 1980.

LIENER, I. E. Trypsin inhibitors: concern of human nutrition or not? *J Nutr.*, 1986, v. 116, n. 5, p. 920-3.

MENDES, F. Q.; OLIVEIRA, M. G. A.; COSTA, N. M. B.; PIRES, C. V.; HOFFMAM, Z. B. Qualidade protéica de diversos alimentos, incluindo diferentes variedades de soja. *Alim Nutr.*, v. 20, n. 1, p. 77-86, 2009.

NIELSEN, B.; HEVIA, P.; BRITO, O. Study on the complementation of two proteins of low quality: black bean and sesame. *J Food Sci.*, v. 48, p. 1804-1806, 1983. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1983.tb05089.x>

OSTE, R. E. Digestibility of processed food protein. Nutritional and toxicological consequences of food processing, p. 371-88, 1991.

RESELAND, J. E.; HOLM, H.; JACOBSEN, M. B.; JENSSEN, T. G.; HANSEN, L. E. Proteinase inhibitors induce selective stimulation of human trypsin and chymotrypsin secretion. *J Nutr.*, v. 126, p. 634-42, 1996. PMID:8598548.

SANTANA, L. F. R.; COSTA, N. M. B.; OLIVEIRA, M. G. A. GOMES, M. R. A. Valor Nutritivo e Fatores Antinutricionais de Multimisturas Utilizadas como Alternativa Alimentar. *Braz J Food Technol.*, v. 3, p. 129-135, 2000.

SILVA, A. G.; ROCHA, L. C.; CANNIATI BRAZACA, S. G. Caracterização físico-química, digestibilidade protéica, e atividade antioxidante de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Alim Nutr.*, v. 20, n. 4, 2009.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. *Rev Nutr.*, v. 12, n. 1, p. 5-19, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52731999000100002>

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. *Rev Nutr.*, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732000000100001>

SOUZA, J. C.; MAURO, A. K.; CARVALHO, H. A.; MONTEIRO, M. R. P.; MARTINO, H. S. D. Qualidade protéica de multimisturas distribuídas em Alfenas, Minas Gerais, Brasil. *Rev Nutr.*, v. 19, p. 685-692, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732006000600005>

STATISTICA 8.0. Statistics computer program for Windows. v. 1. Tulsa: StatSoft Inc. Software, 2007.

YAMADA, E. A.; ALVIM, I. D.; SANTUCCI, M. C. C.; SGARBIERI, V. C. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. *Rev Nutr.*, v. 16, p. 423-432, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732003000400006>

Recebido para publicação em 08/10/12.

Aprovado em 11/10/13.