



Volume 20

Série de Publicações ILSI Brasil

FUNÇÕES PLENAMENTE RECONHECIDAS DE NUTRIENTES PROTEÍNA

Ana Carolina Conti e Silva

*Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”*

Karoline de Macêdo Gonçalves Frota

*Departamento de Nutrição da
Universidade Federal do Piauí*

José Alfredo Gomes Arêas

*Departamento de Nutrição
Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo*



ILSI

International Life
Sciences Institute
Brasil

FORÇA-TAREFA ALIMENTOS FORTIFICADOS E SUPLEMENTOS

COMITÊ DE NUTRIÇÃO

ILSI BRASIL

AGOSTO 2012





© 2012 ILSI Brasil International Life Sciences Institute do Brasil



**ILSI BRASIL
INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE DO BRASIL**

Rua Hungria, 664 - conj.113
01455-904 - São Paulo - SP - Brasil
Tel./Fax: 55 (11) 3035 5585 e-mail: ilsibr@ilsi.org.br

© 2011 ILSI Brasil International Life Sciences Institute do Brasil

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Silva, Ana Carolina Conti e
Proteína / Ana Carolina Conti e Silva, Karoline
de Macêdo Gonçalves Frota, José Alfredo Gomes
Arêas. -- São Paulo : ILSI Brasil-International
Life Sciences Institute do Brasil, 2012. --
(Série de publicações ILSI Brasil : funções
plenamente reconhecidas de nutrientes ; 20)

Bibliografia.
ISBN 978-85-86126-38-3

1. Nutrição 2. Proteínas na nutrição humana
I. Frota, Karoline de Macêdo Gonçalves. II. Arêas,
José Alfredo Gomes. III. Título. IV. Série.

12-05172

CDD-613.28

Índices para catálogo sistemático:

1. Proteínas : Nutrição humana aplicada :
Promoção da saúde 613.28

ISBN: 978-85-86126-38-3



1. INTRODUÇÃO

Proteínas constituem um dos componentes essenciais da dieta, sendo o seu consumo necessário ao longo de toda a vida. As proteínas são os principais componentes estruturais e funcionais de todas as células do corpo. São codificadas pelo genoma e responsáveis pelo funcionamento do organismo. Elas funcionam como enzimas, como transportadores de membranas, como moléculas transportadoras do sangue, como hormônios, entre outras funções. Seus componentes, aminoácidos, servem como precursores de ácidos nucleicos, hormônios, vitaminas e outras moléculas essenciais para a vida. Assim, o suprimento adequado de proteína é essencial para a manutenção da função e da integridade celular, da saúde e da reprodução (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2005).

2. PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos constituem as unidades básicas de proteínas e polipeptídeos. Os aminoácidos são moléculas que possuem um carbono com quatro ligantes diferentes, sendo eles: uma carboxila (-COOH), uma amina (-NH₂), um hidrogênio e uma cadeia lateral que é específica para cada aminoácido.

Na molécula de proteína, os aminoácidos são unidos por ligações peptídicas, resultado da eliminação de uma molécula de água entre um grupo carboxil de um aminoácido e um grupo α-amino de outro aminoácido. Nos sistemas biológicos, as cadeias podem ser formadas por poucas unidades de aminoácidos (dipeptídeos, tripeptídeos ou oligopeptídeos) a milhares de unidades (polipeptídeos).

O aspecto mais importante de uma proteína do ponto de vista nutricional é a sua composição de aminoácidos. Do ponto de vista nutricional, os aminoácidos podem ser classificados quanto à capacidade do organismo humano em sintetizá-los. Dessa forma, podem ser: aminoácidos essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais. Os aminoácidos essenciais são aqueles que precisam ser fornecidos pela dieta, pois seus esqueletos de carbono não podem ser sintetizados em quantidades suficientes pelo organismo. Já os aminoácidos não essenciais são produzidos em quantidades suficientes pelo organismo, seja a partir de outros aminoácidos ou outros metabólitos nitrogenados complexos. Ainda há os classificados como condicionalmente essenciais, já que, dependendo de determinadas condições fisiopatológicas especiais, podem se tornar essenciais, como na prematuridade, recém-nascidos, estresse catabólico severo em adultos, disfunção metabólica intestinal (Tabela 1).

Tabela 1. Aminoácidos essenciais, não essenciais e condicionalmente essenciais para o ser humano.

Essenciais	Não essenciais	Condisionalmente essenciais
Histidina	Alanina	Arginina
Isoleucina	Ácido aspártico	Cisteína
Leucina	Asparagina	Glutamina
Lisina	Ácido glutâmico	Glicina
Metionina	Serina	Prolina
Fenilalanina		Tirosina
Treonina		
Triptofano		
Valina		

Fonte: Laidlaw e Kopple (1987) *apud* FOOD AND NUTRITION BOARD (2005, p. 593).



3. ESTRUTURAS DA PROTEÍNA

A estrutura de uma proteína pode ser descrita em quatro níveis.

A sequência de aminoácidos ao longo da cadeia polipeptídica constitui a estrutura primária de uma proteína. Essa sequência é codificada pelo genoma e determinante de sua estrutura e função. As proteínas são polímeros lineares que não apresentam ramificações. Pontes de hidrogênio entre os aminoácidos levam a um dobramento característico dessa cadeia linear, levando à formação de estruturas regulares periódicas ou não periódicas da cadeia polipeptídica. Algumas denominações são alfa-hélice e folha pregueada (periódicas), dobras e *loops* (não periódicas). As estruturas regulares se dobram e enovelam de modo característico e único para cada proteína, e esse dobramento final da cadeia polipeptídica se dá por meio da interação não covalente de regiões com estrutura regular ou pelas interações entre as cadeias laterais dos aminoácidos entre si ou com o meio, como pontes de hidrogênio, interações eletrostáticas, pontes dissulfeto (interação entre as cadeias laterais) e interações hidrofóbicas (interação da cadeia lateral com o meio). E, por fim, pode ocorrer a associação de duas ou mais cadeias polipeptídicas (subunidades), resultando muitas vezes na estrutura funcional final de uma proteína. A esse arranjo final dá-se a denominação de estrutura quaternária (MARZZOCO e TORRES, 2007). Um dos principais exemplos de estrutura quaternária é a hemoglobina, cuja molécula é formada por quatro cadeias polipeptídicas, essenciais para a função de captura de oxigênio no processo de respiração.

4. METABOLISMO PROTEICO

As proteínas ocorrem em praticamente todos os alimentos e passam por um processo de digestão para serem aproveitadas pelo organismo. Um fator importante na absorção das proteínas é sua digestibilidade, conteúdo discutido na seção 6. A digestão das proteínas tem início no estômago pela ação da enzima proteolítica pepsina, secretada junto ao suco gástrico, e tem continuidade no intestino delgado, com outras enzimas proteolíticas produzidas pelo pâncreas, como tripsina e quimotripsina. Essas enzimas proteolíticas não são produzidas em sua forma ativa, mas sim como proenzimas ou zimogênios, que, após hidrólise parcial, perdem parte da cadeia polipeptídica e são ativados (SHILS *et al.*, 2003).

O pepsinogênio, por ação do ácido clorídrico presente no suco gástrico, é hidrolisado em pepsina, enzima que cliva ligações peptídicas em pontos específicos das proteínas envolvendo um par de aminoácidos, sendo um deles aromático (fenilalanina, triptofano e tirosina) e o outro a leucina. As proenzimas pancreáticas são ativadas pela enterokinase, uma peptidase, presente no suco intestinal, que hidrolisa o tripsinogênio em tripsina. Esta, por uma ativação em cascata, continua o processo de hidrólise de outras proenzimas pancreáticas. As enzimas pancreáticas possuem grande especificidade: a tripsina atua em ligações adjacentes à lisina e arginina, a quimotripsina atua nos aminoácidos aromáticos e a elastase atua nos aminoácidos neutros. A mucosa intestinal ainda tem a propriedade de produzir enzimas que completam ali a digestão dos peptídeos até aminoácidos. As carboxipeptidases liberam aminoácidos com carboxila livre da cadeia polipeptídica, enquanto as aminopeptidases liberam aminoácidos que contêm grupamentos amina livres (SHILS *et al.*, 2003).



Após a digestão das proteínas, aminoácidos livres e alguns peptídeos de pequeno tamanho são absorvidos de forma direta pelos enterócitos, processo este controlado por hormônios gastrointestinais, como a gastrina, a secretina e a colecistoquininapancreozimina (SHILS *et al.*, 2003). Peptídeos resultantes da digestão incompleta das proteínas, quando absorvidos, podem desempenhar papéis reguladores, o que será discutido na próxima seção.

5. FUNÇÕES BIOLÓGICAS

As proteínas possuem funções biológicas básicas já consagradas e plenamente reconhecidas (Tabela 2).

Tabela 2. Funções biológicas das proteínas.

Funções biológicas das proteínas
Construção e manutenção dos tecidos
Formação de enzimas
Formação de hormônios
Formação de anticorpos
Fornecimento de energia - 4kcal/g ou 16,7kJ/g
Regulação de processos metabólicos
Transportadores de membrana
Transporte de triglicerídeos, colesterol, fosfolipídeos e vitaminas lipossolúveis no sangue (lipoproteínas)
Transporte de oxigênio (hemoglobina e mioglobina)

Além das funções biológicas já plenamente reconhecidas, proteínas têm sido estudadas quanto às suas propriedades de saúde, destacando-se o efeito hipocolesterolêmizante (BORODIN *et al.*, 2009).

Até o momento, apenas a proteína da soja possui alegação de saúde aprovada, tanto em nível nacional quanto internacional. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária e a Joint Health Claims Initiative (2002) aprovaram a alegação de que a inclusão de, no mínimo, 25 g de proteína de soja na dieta pode ajudar a reduzir o colesterol sanguíneo. Os dois órgãos, respectivamente, ainda recomendam que esse consumo de soja deva estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis e a uma dieta pobre em ácidos graxos saturados.

O mecanismo de ação da proteína de soja na redução do colesterol sanguíneo ainda não está completamente elucidado. A proposta mais aceita é de que há alteração no metabolismo hepático, com aumento na remoção de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) pelos hepatócitos, em consequência ao aumento da transcrição de receptores de LDL (CHO *et al.*, 2007; AZIZ *et al.*, 2008; CHO *et al.* 2008). Além disso, algumas evidências mostram que as isoflavonas presentes na soja estimulam a ação das proteínas na redução do colesterol sanguíneo, apesar de as isoflavonas, isoladamente, não possuírem essa função redutora (JOINT HEALTH CLAIMS INITIATIVE, 2002; FUKUI *et al.*, 2004).



Baseado nessa propriedade da proteína da soja, outros trabalhos têm sido realizados na investigação de proteínas vegetais na redução do colesterol sanguíneo. Frota et al. (2008) encontraram que a proteína do feijão caupi é capaz de reduzir o colesterol total de *hamsters* em 20%, assim como Mendonça et al. (2009) que obtiveram resultados semelhantes quando proteína do amaranto foi estudada no mesmo modelo animal. Mais recentemente, Frota (2011) demonstrou que o consumo de 25g de proteína de feijão caupi por dia reduz significativamente os níveis de LDL-colesterol e colesterol não HDL em pacientes hipercolesterolemicos. Estes dados abrem novas perspectivas do uso dessa proteína como auxiliar no combate às doenças cardiovasculares.

5.1 Peptídeos bioativos

Um papel importante das proteínas que vem sendo reconhecido mais recentemente é o papel regulador que peptídeos originários da proteína podem ter no organismo humano. Esses peptídeos, que são fragmentos específicos de proteínas (de 2 a 9 aminoácidos), ocorrem naturalmente no alimento, no seu processamento ou pela digestão incompleta da proteína no sistema digestório e são absorvidos como tal. Alguns desses peptídeos possuem um impacto positivo nas condições e funções corporais, podendo influenciar na saúde (KITTS e WEILER, 2003).

Os peptídeos bioativos são peptídeos considerados inativos quando “presos” à sequência proteica, mas que irão exercer funções específicas após sua liberação da cadeia proteica por meio de hidrólise por enzimas digestivas ou por microrganismos proteolíticos ou por enzimas proteolíticas provenientes de microrganismos ou plantas (KORHONEN e PIHLANTO, 2006).

Peptídeos bioativos podem também se originar de proteínas endógenas, aumentando assim as funções reguladoras das proteínas codificadas pelo genoma. A esse proteoma específico foi atribuído o nome de “criptoma” pois codifica “criptídeos” (do Inglês ‘cryptides’), peptídeos bioativos ‘escondidos’ nas proteínas endógenas, liberados após sua digestão parcial (AUTELIANO et al, 2006; PARIMAL e LINK, 2011; PIMENTA e LEBRUN, 2007). Por extensão, os peptídeos bioativos de alimentos também vêm sendo descritos como “encriptados” (do Inglês ‘encrypted’) na sequência original, sendo liberados tanto pelo processamento como pela digestão incompleta da proteína no trato digestório. Esta é uma área em franco desenvolvimento e novos peptídeos e suas funções vêm sendo descritos na literatura, tanto de origem endógena como proveniente dos alimentos.

Os peptídeos bioativos podem atuar nos sistemas cardiovascular (ações anti-hipertensiva, antioxidante, antitrombótica e hipocolesterolemizante), nervoso (atividades opioides – agonista e antagonista), gastrointestinal (funções quelante de minerais, inibidor de apetite e antimicrobiana) e imunológico (ações antimicrobiana, imunomodulatória e citomodulatória) dependendo de sua sequência de aminoácidos (KORHONEN e PIHLANTO, 2006; HARTMANN e MEISEL, 2007).

Leite e derivados estão entre os principais precursores de peptídeos bioativos, sendo que muitos deles são obtidos por meio da fermentação do leite por culturas tradicionalmente utilizadas na produção de vários tipos de queijos e leites fermentados (WANG e MEJIA, 2005; KORHONEN e PIHLANTO, 2006). No entanto, outras fontes alimentares também têm apresentado peptídeos bioativos, dentre eles, ovos, peixes, carnes, cereais (arroz, trigo, milho) e soja (WANG e MEJIA, 2005; HARTMANN e MEISEL, 2007).



A soja constitui um alimento bastante estudado quanto aos seus peptídeos bioativos, sendo estes relacionados, principalmente, às atividades anti-hipertensiva, hipocolesterolimizante, antiobesidade, antioxidante, anticâncer e imunomodulatória (WANG e MEJIA, 2005).

A tabela 3 mostra alguns peptídeos bioativos da proteína do leite e da proteína de soja, com seus respectivos efeitos biológicos observados.

Tabela 3. Estudos com peptídeos bioativos derivados da proteína do leite e da proteína de soja.

Fonte	Precursor do peptídeo e/ou peptídeo identificado	Efeito observado	Referência
Mingau de cereal à base de arroz + caseinofosfopeptídeos	Caseinofosfopeptídeos (CPP)	Melhora na absorção de cálcio e zinco	Hansen <i>et al.</i> (1996)
Hidrolisado de caseína triptica	α_{s1} -caseina	Redução da pressão sanguínea	Sekiya <i>et al.</i> (1992)
<i>Sour milk</i>	β -caseina, κ -caseina, Val-Pro-Pro/Ile-Pro-Pro	Redução da pressão sanguínea	Hata <i>et al.</i> (1996); Seppo <i>et al.</i> (2003); Mizushima <i>et al.</i> (2004)
<i>Sour milk</i> (Dahi)	β -casein, Ser-Lys-Val-Tyr-Pro	Redução da pressão sanguínea	Ashar e Chand (2004)
Farinha de soja desengordurada	Amostra de hidrolisado solúvel foi fracionada com resina de troca catiônica	Hipotensivo	Wu e Ding (2001)
Proteína de soja desengordurada	Met-Leu-Pro-Ser-Tyr-Ser-Pro-Tyr	Anticâncer	Kim <i>et al.</i> (2000)
Proteína de soja concentrada	Peptídeos com diferentes pesos moleculares foram separados de material digerido por ultrafiltração	Aumento da captação e degradação de LDL por receptores de células HEPG2	Arnoldi <i>et al.</i> (2001)
Glicina da soja	LPYPR	Peptídeo hipocolesterolêmico	Yoshikawa <i>et al.</i> (2000)
β -conglicinina	MITLAIPVNKPGR; MITLAIPVN; MITL	Imunomodulação	Yoshikawa <i>et al.</i> (2000)

6. RECOMENDAÇÕES

A recomendação da quantidade de proteína, segundo DRIs 2005, é de 0,8 g/kg peso corporal/dia para adultos, o que é bem menos do que a grande maioria da população consome. Para homens e mulheres, a proteína deve fornecer aproximadamente 15% das calorias totais. As recomendações de proteína para os demais estágios de vida estão apresentadas na tabela 4 (FOOD AND NUTRITION BOARD, 2005).

**Tabela 4.** Recomendação de proteína, segundo DRIs 2005.

Estágio de vida	RDA de proteína (g/kg peso corporal/dia)	RDA de proteína (g/dia)
7 a 12 meses	1,20	11
1 a 3 anos	1,05	13
4 a 8 anos	0,95	19
9 a 13 anos	0,95	34
Adolescentes		
• Meninos de 14 a 18 anos	0,85	52
• Meninas de 14 a 18 anos	0,85	46
Adultos		
• Homem de 19 a 50 anos	0,80	56
• Mulher de 19 a 50 anos	0,80	46
Idosos		
• Homens > 51 anos	0,80	56
• Mulheres > 51 anos	0,80	46
Gravidez única	1,1 ou adicional de 25g/dia	-
Lactação	1,3 ou adicional de 25g/dia	-

Fonte: Adaptado de Food and Nutrition Board (2005).

Ao lado da quantidade de proteína ingerida há também a qualidade, representada pela composição em aminoácidos essenciais. Como as proteínas são codificadas geneticamente, a sua síntese depende da presença simultânea de todos os aminoácidos essenciais na proporção característica de cada espécie. A falta, ou a menor concentração, de apenas um dos aminoácidos essenciais faz com que o aproveitamento de toda a proteína da dieta seja limitado por esse aminoácido, chamado muitas vezes de aminoácido limitante. Assim, as recomendações de quantidade aqui apresentadas supõem a presença de todos os aminoácidos essenciais nas proporções adequadas.

A ingestão adequada (AI) de proteína para crianças de 0 a 6 meses é de 1,52 g/kg/dia, quantidade essa estimada a partir da média de ingestão de leite de 0,78 L/dia (HEINIG *et al.*, 1993) para esse grupo e na média do conteúdo de proteína do leite humano de 11,7 g/L.

Para a gravidez gemelar, o adicional de proteína recomendado é de 50 g por dia a partir do segundo trimestre de gestação. Na atividade física, em exercícios de alto rendimento (*endurance*) e de resistência, nenhum adicional de proteína dietética é sugerido em virtude da falta de evidências dessa necessidade.

No caso de indivíduos com dietas restritas a alimentos de origem vegetal (vegetarianos) pode-se ter risco de não atingir as quantidades adequadas de certos aminoácidos essenciais por causa da baixa concentração de lisina, aminoácidos sulfurados e treonina nas proteínas de alimentos vegetais (FAO/WHO/UNU, 1985). Entretanto, vegetarianos que se alimentam de mistura complementar de proteínas vegetais podem obter a mesma qualidade de proteína animal, não sendo necessária uma recomendação diferenciada da dos não vegetarianos.

A tabela 5 apresenta a recomendação dos aminoácidos essenciais segundo DRIs 2005.



Tabela 5. Padrão proposto de aminoácidos para lactentes, crianças pré-escolares e adultos baseado nas necessidades estimadas para proteína e aminoácidos essenciais.

Aminoácido	Lactentes ^a	Crianças pré-escolares (1 a 3 anos)	Adultos (18 ou + anos)
	(mg/g proteína)	(mg/g proteína) ^b	(mg/g proteína) ^b
Histidina	23	18	17
Isoleucina	57	25	23
Leucina	101	55	52
Lisina	69	51	47
Metionina + cisteína	38	25	23
Fenilalanina + tirosina	87	47	41
Treonina	47	27	24
Triptofano	18	7	6
Valina	56	32	29

Fonte: Adaptado de Food and Nutrition Board (2005, p. 687).

^a Padrão baseado na composição de aminoácidos do leite humano.

^b Padrão derivado da EAR para aminoácido/EAR para proteína; para o grupo de 1 a 3 anos a EAR de proteína = 0,88 g/kg/dia e para adultos a EAR de proteína = 0,66 g/kg/dia. EAR é o requerimento médio estimado.

7. QUALIDADE NUTRITIVA

Diferentes fontes de proteína variam grandemente na sua composição química, bem como no seu valor nutritivo. A qualidade de uma fonte proteica é uma expressão da sua habilidade para fornecer os requerimentos de aminoácidos e nitrogênio para crescimento, manutenção e reparação. Vários podem ser os indicadores da qualidade nutritiva de uma proteína: valor biológico, digestibilidade, Coeficiente de Eficácia Proteica (*Protein Efficiency Ratio – PER*), Utilização Proteica Líquida (*Net Protein Utilization – NPU*), entre outros.

Em 1991, a FAO/WHO recomendou que o método da digestibilidade corrigida pelo escore de aminoácidos fosse adotado como método oficial para avaliação da qualidade nutritiva de uma proteína para humanos, já que a composição de aminoácidos de uma proteína conjuntamente à sua digestibilidade real são informações suficientes para se caracterizar uma proteína do ponto de vista nutritivo.

O escore de aminoácidos (Figura 1) é o menor valor obtido por meio da razão entre a quantidade de cada aminoácido essencial presente na proteína e o valor recomendado desse aminoácido para crianças pré-escolares (1 a 3 anos), padrão esse usado porque ultrapassa os valores de necessidades de aminoácidos de crianças maiores e adultos (Tabela 5) (FAO/WHO, 1991).

$$\text{menor valor de } \frac{\text{quantidade do aminoácido essencial na proteína}}{\text{quantidade recomendada do aminoácido essencial}} = \text{escore de aminoácidos da proteína}$$

Figura 1. Obtenção do escore de aminoácidos de uma proteína.



O escore de aminoácidos, quando abaixo de 1, indica a presença de aminoácido limitante, e quanto maior o escore, maior é o fornecimento de aminoácidos pela proteína.

Para a obtenção da digestibilidade real da proteína, recomenda-se o método do balanço de nitrogênio em ratos, já que humanos e ratos apresentam similaridade na capacidade de digestão dos alimentos (FAO/WHO, 1991). Nesse método, a diferença entre o nitrogênio ingerido e o nitrogênio excretado indica a digestibilidade real da proteína, ou seja, qual a porcentagem de proteína ingerida que é digerida e absorvida pelo organismo.

Conhecendo-se o escore de aminoácidos de uma proteína e sua digestibilidade real, corrige-se essa digestibilidade pelo escore de aminoácidos, ou seja, multiplica-se o valor da digestibilidade real pelo escore de aminoácidos para ajustar quanto da proteína será realmente aproveitado pelo organismo. A tabela 6 mostra a digestibilidade proteica corrigida pelo escore de aminoácidos em alguns alimentos.

Tabela 6. Digestibilidade da proteína corrigida pelo escore de aminoácidos para alguns alimentos.

Alimento	Digestibilidade real da proteína (%)	Escore de aminoácidos	Digestibilidade corrigida pelo escore (%)
Caseína ^a	99	1,19	100
Ovo ^a	100	1,19	100
Proteína isolada de amaranto ^b	100	1,04	100
Rúmen bovino (bucho) ^c	98	1,28	100
Rúmen bovino texturizado ^c	93	1,25	100
Carne bovina ^a	98	0,94	92
Proteína isolada de soja ^a	98	0,94	92
Grão-de-bico (enlatado) ^a	88	0,81	71
Proteína isolada de feijão caupi ^d	96,8	0,60	58
Trigo ^a	91	0,44	40
Feijão caupi ^d	87,2	0,44	38
Glúten de trigo ^a	96	0,26	25

Fontes:

^a Adaptado de FAO/WHO (1991).

^b Adaptado de Mendonça *et al.* (2009).

^c Silva *et al.* (2010).

^d Adaptado de Frota (2007).

O valor máximo existente para a digestibilidade corrigida pelo escore de aminoácido é 100% ou 1, pois esse valor indica que a proteína será totalmente aproveitada.



Uma proteína pode ter digestibilidade real máxima de 100%, mas se apresentar algum aminoácido limitante (escore de aminoácidos menor que 1), isso indica que o fornecimento desse aminoácido estará abaixo da recomendação, prejudicando seu valor nutritivo. Por outro lado, outra proteína pode apresentar escore de aminoácidos maior que 1, ou seja, não possuir aminoácido limitante, mas se sua digestibilidade for baixa, apenas parte da quantidade desses aminoácidos será realmente aproveitada, já que ela não será totalmente digerida e absorvida, prejudicando também seu valor nutritivo.

A tabela 6 mostra que, embora a caseína, o rúmen bovino (bucho) e o rúmen bovino texturizado apresentem digestibilidade proteica menor que 100%, o valor desta corrigido pelo escore de aminoácidos atinge os 100%, porque eles não apresentam aminoácidos limitantes (escore de aminoácidos maior que 1). Já outros alimentos, como o trigo e o glúten de trigo, apesar de possuírem alta digestibilidade proteica (91 e 96%, respectivamente), o escore de aminoácidos é muito baixo (0,44 e 0,26, respectivamente). No caso do trigo, por exemplo, o escore corrigido é 91 para 40% pelo fato de que um dos aminoácidos essenciais está presente em apenas 44% da recomendação, o que compromete o valor nutritivo dessa proteína.

8. FONTES

As principais fontes de proteínas são alimentos de origem animal, não apenas por sua quantidade, mas principalmente pela qualidade nutritiva da proteína. A tabela 7 apresenta a porcentagem de proteína em alguns alimentos.

Tabela 7. Conteúdo de proteína em alguns alimentos.

Alimento	Proteína (%)	Porção	Proteína na porção (g)
Soja crua (grãos)	40,5	1 colher de sopa (11 g)	4,5
Leite em pó	26,0	1 colher de sopa (10 g)	2,6
Queijo mussarela	23,7	1 fatia (13 g)	3,1
Filé de peito de frango (cru)	21,0	1 unidade média (125 g) ^a	26,3
Bisteca de porco (crua)	20,4	1 unidade pequena (100 g) ^a	20,4
Queijo minas frescal	18,8	1 fatia média (25 g) ^a	4,7
Carne moída refogada	14,9	1 colher de sopa (30 g) ^a	4,5
Ovo de galinha cozido	13,9	1 unidade (50 g) ^a	6,9
Farinha de trigo	11,7	1 colher de sopa (18 g)	2,1
Feijão preto cozido	7,3	1 colher de sopa (17 g)	1,2
Grão de bico cozido	6,6	1 colher de sopa (14 g)	0,9
Feijão carioca cozido	4,8	1 colher de sopa (17 g)	0,8
Iogurte natural	4,1	1 pote (185 g)	7,6
Milho cozido no vapor	3,4	1 colher de sopa (9g)	0,3
Leite de vaca UHT integral	3,0	1 xícara de chá (235g)	7,0
Arroz integral cozido	2,3	1 colher de sopa (14g)	0,3
Arroz polido cozido	2,1	1 colher de sopa (13g)	0,3

Fontes: Adaptado de Universidade de São Paulo (1998).

^a Soares *et al.* (1991).



9. TOXICIDADE

O consumo humano de proteína varia grandemente. Quando a ingestão proteica está aumentada, as concentrações pós-prandiais de aminoácidos livres aumentam no sangue. As substâncias nitrogenadas também têm suas concentrações aumentadas, especialmente a ureia. Essas mudanças são parte de uma regulação normal de aminoácidos e nitrogênio e não representam perigo *per se*, pelo menos dentro de uma faixa de ingestão normalmente consumida por indivíduos aparentemente saudáveis.

Quanto aos peptídeos bioativos, o risco de toxicidade causado pelo seu consumo é praticamente nulo, já que são gerados durante a digestão de proteínas no trato gastrintestinal (WANG e MEJIA, 2005). No caso da soja, que causa alergia a determinados indivíduos, seus peptídeos bioativos não apresentam a mesma alergenicidade, já que estes são moléculas pequenas, da ordem de 0,2 a 5 kDa, ao contrário dos peptídeos e proteínas alergênicas da soja, que possuem de 7,5 até 360 kDa (GOODMAN *et al.*, 2005; L'HOCINE e BOYE, 2007).

10. CONSUMO NO BRASIL

Vários trabalhos já avaliaram o consumo alimentar e a ingestão de proteínas pela população brasileira, mostrando que o consumo de proteínas geralmente fica acima da recomendação.

Um estudo realizado com 87 crianças de 24 a 72 meses atendidas em creches municipais de Viçosa (MG) mostrou inadequação de 0% no consumo de proteínas (CASTRO *et al.*, 2005). Em outro trabalho também realizado em creches municipais de São Paulo com 106 crianças de 6 a 18 meses, o consumo proteico ultrapassou as recomendações para todas as faixas estudadas (145,9% a 189,6%) (SPINELLI *et al.*, 2003).

Oliveira *et al.* (2005) investigaram a alimentação complementar nos primeiros dois anos de vida de 724 crianças na cidade de Salvador, visando à prevenção e redução de ocorrência da desnutrição energético-proteica e das carências específicas de nutrientes. Os autores mostraram que a disponibilidade média de energia e proteína por quilo de peso ultrapassou a recomendação para todos os grupos etários, apesar da expressiva variabilidade no consumo entre os grupos.

Um estudo realizado com 170 adolescentes de 12 a 16 anos, estudantes de escola pública da cidade de São Mateus do Sul/PR, mostrou adequação de 100 e 99,1% no consumo de proteínas entre meninos e meninas, respectivamente (BERTIN *et al.*, 2008). Além deste, outro trabalho realizado com 247 estudantes de uma universidade pública do Recife mostrou que o percentual de inadequação foi de 2,4 e 0,3% entre homens e mulheres, respectivamente (PETRIBÚ *et al.*, 2009).

Enes e Silva (2009), baseados nos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003, compararam a disponibilidade domiciliar de energia, a participação relativa dos macronutrientes no Valor Energético Total (VET) e a contribuição dos diferentes grupos de alimentos na energia disponível nos domicílios das regiões Norte e Sul do país, segundo o rendimento mensal familiar. A proporção de energia proveniente da proteína esteve entre o intervalo de 10 a 25% nas duas regiões e em todos os estratos de rendimento, sendo superior para as famílias da região Norte para praticamente todos os estratos.



Souza et al. (2010) utilizaram os dados da Pesquisa de Nutrição, Atividade Física e Saúde (PNAFS), 2003, de população adulta (≥ 20 anos de idade) residente no município de Niterói, Rio de Janeiro. Os autores observaram consumo de proteína superior à RDA de proteína de 0,8 g/kg peso corporal/dia para adultos e idosos, independente do sexo, faixa etária e estado nutricional, além da proteína contribuir em mais de 15% do valor energético total da dieta.

A baixa ou ausência de inadequação no consumo de proteína provavelmente se deve ao fato de que poucas porções de alimentos-fonte de proteína, como carnes, leite, ovos e a combinação de cereais e leguminosas, são suficientes para atingir a recomendação dietética de proteína. Por exemplo, duas porções de leite em pó (tabela 7) já fornecem 5,2 g de proteína, o equivalente a 40% da RDA em g/dia para crianças de 1 a 3 anos (tabela 5). Para um homem adulto ou idoso, uma porção de filé de peito de frango (tabela 7) já fornece 47% da RDA em g/dia (tabela 5).

Também é importante mencionar que os trabalhos avaliam o consumo quantitativo de proteína, e não qualitativo, ou seja, a população brasileira consome quantidades de proteína acima da recomendação, mas pode não consumir proteínas de alto valor nutritivo.

11. BIBLIOGRAFIA

- 1- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos*. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecnico_lista_alega.htm. Acesso em 5 mai. 2009.
- 2- ARNOLDI, A.; D'AGOSTINA, A.; BOSCHIN, G.; LOVATI, M. R.; MANZONI, C.; SIRTORI, C. R. Soyprotein components active in the regulation of cholesterol homeostasis. Biologically active phytochemicals in food. *R Soc Chem Spec Pub*, v. 269, p.103–106, 2001.
- 3- ASHAR, M. N.; CHAND, R. Fermented milk containing ACE-inhibitory peptides reduces blood pressure in middle aged hypertensive subjects. *Milchwissenschaft*, v. 59, p. 363–366, 2004.
- 4- AZIZ, A., XIAO, C. W., COCKELL, K. A., SARWAR GILANI G., CRUZ-HERNANDEZ, C., NIMAL RATNAYAKE, W. M. Impact of dietary protein on lipid metabolism in hamsters is source-dependent and associated with changes in hepatic gene expression. *British Journal of Nutrition*, v. 100, p. 503-511, 2008.
- 5- BERTIN, R. L., KARKLE, E. N. L., ULRICH, A. Z., NETO, A. S., BOZZA, R., ARAÚJO, I. Q., CAMPOS, W. Estado nutricional e consumo alimentar de adolescentes da rede pública de ensino da cidade de São Mateus do Sul, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v.8, p. 435-443, 2008.
- 6- BORODIN, E. A.; MENSHIKOVA, I. G.; DOROVSKIKH, V. A.; FEOKTISTOVA, N. A.; SHTARBERG, M. A.; YAMAMOTO, T.; TAKAMATSU, K.; MORI, H.; YAMAMOTO, S. Effects of two-month consumption of 30g a day of soy protein isolate or skimmed curd protein on blood lipid concentration in Russian adults with hyperlipidemia. *Journal of nutritional science and vitaminology*. v. 55, n. 6, p. 492-497. 2009.
- 7- CASTRO, T. G. C., NOVAES, J. F., SILVA, M. R., COSTA, N. M. B., FRANCESCHINI, S. C. C., TINÔCO, A. L. A., LEAL, P. F. G. Caracterização do consumo alimentar, ambiente socioeconômico e estado nutricional de pré-escolares de creches municipais. *Revista de Nutrição*, v. 4, p. 321-330, 2005.
- 8- CHO, S. J., JUILLERAT, M. A., LEE, C. H. Cholesterol lowering mechanism of soybean protein hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 55, p. 10599-10604, 2007.
- 9- CHO, S. J., JUILLERAT, M. A., LEE, C. H. Identification of LDL-receptor transcription stimulating peptides from soybean hydrolysate in human hepatocytes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 56, p. 4372-4376, 2008.



- 10- ENES, C. C.. SILVA, M. V. Disponibilidade de energia e nutrientes nos domicílios: o contraste entre as regiões Norte e Sul do Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 14, p. 1267-1276, 2009.
- 11- FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization). Protein quality evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Paper*; 51. Roma: FAO, 1991.
- 12- FAO/WHO/UNU (Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations University). Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *Technical Report Series No. 724*. Geneva, Switzerland:WHO, 1985.
- 13- FOOD AND NUTRITION BOARD, Institute of Medicine. *Dietary References Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (Macronutrients)*. Washington DC: The National Academies Press, 2005. Disponível em: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309085373>. Acesso em 16 jul. 2010.
- 14- FROTA, K. M. G. *Efeito do feijão caupi (Vigna unguiculata L. Walp) e da proteína isolada no metabolismo lipídico em hamsters hipercolesterolemizados* [online]. São Paulo : Nutrição Humana Aplicada, Universidade de São Paulo, 2007. Dissertação de Mestrado em Nutrição Humana Aplicada. [acesso 2012-03-01]. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/89/89131/tde-22062007-144911/>>.
- 15- FROTA, K. G. M. *Efeito da proteína isolada de feijão caupi (Vigna unguiculata L. Walp) nos marcadores de risco para doença cardiovascular em pacientes hipercolesterolêmicos* [online]. São Paulo : Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2011. Tese de Doutorado em Nutrição em Saúde Pública. [acesso 2012-03-01]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6138/tde-14092011-105121/>.
- 16- FROTA, K. M. G., MENDONÇA, S., SALDIVA, P. H. N., CRUZ, R. J., ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. *Journal of Food Science*, v. 73, p. H235-H240, 2008.
- 17- FUKUI, K., TACHIBANA, N., FUKUDA, Y., TAKAMATSU, K., SUGANO, M. Ethanol washing does not attenuate the hypocholesterolemic potential of soy protein. *Nutrition*, v. 20, p. 984-990, 2004.
- 18- GOODMAN, R. E., HEFLE, S. L., TAYLOR, S. L., van REE, R. Assessing genetically modified crops to minimize the risk of increased food allergy: a review. *International Archives of Allergy and Immunology*, v. 137, p. 153-166, 2005.
- 19- HANSEN, M.; SANDSTRÖM, B.; LÖNNERDAL, B. The effect of casein phosphopeptides on zinc and calcium absorption from high phytate infant diets assessed in rat pups and caco-2 cells. *Pediatric Research*, v. 40, p. 547-552, 1996.
- 20- HARTMANN, R., MEISEL, H. Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 18, p. 1-7, 2007.
- 21- HATA, Y.; YAMAMOTO, M.; OHNI, H.; NAKAJIMA, K.; NAKAMURA, Y.; TAKANO, T. A placebo-controlled study of the effect of sour milk on blood pressure in hypertensive subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 64, p. 767-771, 1996.
- 22- HEINIG, M. J., NOMMSEN, L. A., PEERSON, J. M., LÖNNERDAL, B., DEWEY, K. G. Energy and protein intake of breast-fed and formula-fed infants during the first year of life and their association with growth velocity: The DARLING Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 58, p. 152-161, 1993.
- 23- JOINT HEALTH CLAIMS INITIATIVE. *Final Technical Report*, 2002. Disponível em: <http://www.jhci.org.uk/approval/FINALJHCI%20Soya%20Submission.pdf>. Acesso em 5 mai. 2009.
- 24- KIM, S. E.; KIM HH, KIM JY, KANG YI, WOO HJ, LEE HJ. Anticancer activity of hydrophobic peptides from soy proteins. *BioFactors*, v. 12, n 1-4, p. 151-155, 2000.
- 25- KITTS, D. D., WEILER, K. Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Current Pharmaceutical Design*, v. 9, p. 1309-1323, 2003.
- 26- KORHONEN, H., PIHLANTO, A. Bioactive peptides: production and functionality. *International Dairy Journal*, v. 16, p. 945-960, 2006.



- 27- L'HOCINE, L., BOYE, J. I. Allergenicity of soybean: new developments in identification of allergenic proteins, cross-reactivities and hypoallergenization technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 47, p. 127-143, 2007.
- 28- MARZZOCO, A., TORRES, B. B. *Bioquímica básica*. 3^a edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- 29- MENDONÇA, S., SALDIVA, P. H. N., CRUZ, R. J., ARÊAS, J. A. G. Amaranth protein presents cholesterol-lowering effect. *Food Chemistry*, v. 116, p. 738-742, 2009.
- 30- MIZUSHIMA, S.; OHSHIGE, K.; WATANABE, J.; KIMURA, M.; KADOWAKI, T.; NAKAMURA, Y. et al., Randomized controlled trial of sour milk on blood pressure in borderline hypertensive men. *American Journal of Hypertension*, v. 17, p. 701-706, 2004.
- 31- OLIVEIRA, L. P. M., ASSIS, A. M. O., PINHEIRO, S. M. C., PRADO, M. S., BARRETO, M. L. Alimentação complementar nos primeiros dois anos de vida. *Revista de Nutrição*, v. 18, p. 459-469, 2005.
- 32- PETRIBÚ, M. M. V., CABRAL, P. C., ARRUDA, I. K. G.. Estado nutricional, consumo alimentar e risco cardiovascular: um estudo em universitários. *Revista de Nutrição*, v. 22, p. 837-846, 2009.
- 33- SEKIYA, S.; KOBAYASHI, Y.; KITA, E.; IMAMURA, Y.; TOYAMA, S. Antihypertensive effects of tryptic hydrolysate of casein on normotensive and hypertensive volunteers. *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science*, v. 45, p. 513-517, 1992.
- 34- SEPO, L.; JAUVAINEN, T.; POUSSA, T.; KORPELA, R. A fermented milk high in bioactive peptides has a blood pressure-lowering effect in hypertensive subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, v. 77, p. 326-330, 2003.
- 35- SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. *Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença*. 9^a ed. v.1. Barueri: Manole, 2003.
- 36- SILVA, A. C. C., CRUZ, R. J., ARÊAS, J. A. G. Influence of thermoplastic extrusion on the nutritive value of bovine rumen protein. *Meat Science*. v. 84, p. 409-412, 2010.
- 37- SOARES, E. A., PORTELLA, E. S., ISHII, M. *Relação de medidas caseiras de 320 alimentos e respectivas gramagens*. São Paulo: CEANE, 1991.
- 38- SOUZA, D. R., ANJOS, L. A., WAHLICH, V., VASCONCELLOS, M. T. L., MACHADO, J. M.. Ingestão alimentar e balanço energético da população adulta de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil: resultados da Pesquisa de Nutrição, Atividade Física e Saúde (PNAFS). *Cadernos de Saúde Pública*, v. 26, p. 879-890, 2010.
- 39- SPINELLI, M. G. N., GOULART, R. M. M., SANTOS, A. L. P., GUMIERO, L. D. C., FARHUD, C. C., FREITAS, É. B., DANTAS, L. F.. Consumo alimentar de crianças de 6 a 18 meses em creches. *Revista de Nutrição*, v. 16, p. 409-414, 2003.
- 40- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/BRASILFOODS. *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP*. Versão 5.0. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela>. Acesso em: 8 jun. 2010.
- 41- WANG, W., MEJIA, E. G. de. A new frontier in soy bioactive peptides that may prevent age-related chronic diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 4, p. 63-78, 2005.
- 42- WU, J.; DING, X. Hypotensive and physiological effect of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides derived from soy protein on spontaneously hypertensive rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 49, n. 1, p. 501-506, 2001.
- 43- YOSHIKAWA M, FUJITA H, MATOBA N, TAKENAKA Y, YAMAMOTO T, YAMAUCHI R, TSURUKI H, TAKAHATA K. Bioactive peptides derived from food proteins preventing lifestyle- related diseases. *BioFactors*, v. 12, n. 1-4 , p. 143-146, 2000.



ISBN: 978-85-86126-38-3

9 788586 126383



ILSI

International Life
Sciences Institute
Brasil

ILSI BRASIL

INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE DO BRASIL

Rua Hungria, 664 - conj. 113 - 01455-904 - São Paulo - SP - Brasil
Tel./Fax: 55 (11) 3035-5585 - e-mail: ilsibr@ilsi.org.br