



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PROTÉICA DE DOIS SUPLEMENTOS ALIMENTARES EM RATOS WISTAR*

Maria Margareth Veloso NAVES**
Carla Cristina da Conceição FERREIRA***
Cleire da Silva FREITAS***
Maria Sebastiana SILVA****

■ **RESUMO:** O objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade protéica de dois suplementos alimentares - um, formulado protéico em pó (produto em fase de teste) e gelatina. Seis grupos de seis ratos machos Wistar recém-desmamados foram alimentados durante catorze dias com as seguintes dietas: controle (C_{10} - caseína), formulado protéico (FP_{10}) e gelatina (G_{10}) ao nível de 10 % de proteína; misturas de caseína com formulado protéico (C_7FP_3) ou gelatina (C_7G_3) (7:3 em base protéica, respectivamente); e dieta aprotéica. As dietas contendo o formulado protéico apresentaram boa qualidade protéica, segundo os índices NPR (*Net Protein Ratio*) e NPU (*Net Protein Utilization*), sem diferenças significativas entre C_7FP_3 e C_{10} (NPR= 4,00 e 4,11, e NPU= 65% e 67%, respectivamente). Os animais alimentados com gelatina (G_{10}) e com dieta aprotéica perderam peso corpóreo e apresentaram pesos semelhantes dos fígados e inferiores aos dos demais grupos de ratos. O valor protéico da mistura caseína-gelatina (C_7G_3) foi menor que o da caseína (NPR relativo= 77 %, $p<0,05$). O formulado protéico constitui uma fonte de proteína de boa qualidade e seu uso como suplemento alimentar pode ser indicado em situações especiais. A gelatina, por sua vez, não pode ser considerada um complemento ou suplemento nutricional, pois não atende às necessidades protéicas do organismo e pode prejudicar a disponibilidade biológica de proteínas de boa qualidade.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Suplemento alimentar; suplemento nutricional; gelatina; colágeno hidrolisado; proteína; disponibilidade biológica nutricional; ratos.

INTRODUÇÃO

Os suplementos alimentares, em especial os protéicos, são consumidos por atletas e praticantes de atividade física devido ao suposto efeito no aprimoramento da forma e desempenho físicos. Entretanto, há controvérsias sobre a eficácia e segurança de uso dessas substâncias, não estando elucidados na literatura os efeitos da grande maioria dos

produtos disponíveis e suas implicações na saúde em longo prazo.^{3,15,24}

Dentre os suplementos protéicos comercializados encontra-se a gelatina, que é produzida a partir da hidrólise do colágeno do tecido conectivo de bovinos e suínos, sendo muito usada nas indústrias de alimentos e farmacêutica.¹³ Mais recentemente, o consumo de gelatina tem sido preconizado com objetivos estéticos tais como auxiliar no crescimento e fortalecimento de cabelos e unhas e na prevenção do envelhecimento precoce,¹ e com finalidade de promover ganho de massa muscular e melhorar o desempenho físico.^{15,24} Contudo, ainda não se tem comprovação científica dessas ações.

A gelatina, ao contrário de outras fontes protéicas de origem animal, é uma proteína desbalanceada e incompleta em relação às necessidades de aminoácidos do organismo,²¹ sobretudo por não conter o aminoácido triptofano.^{4,13,34}

Os eventuais atributos dos suplementos protéicos, incluindo a gelatina, têm encorajado o uso e aumentado a oferta de tais produtos no mercado, sem que haja uma legislação adequada para controlar esse mercado.²⁴ Sendo assim, torna-se importante a identificação de produtos de composição química adequada em termos nutricionais e que contribuam efetivamente para melhorar o desempenho físico, sem efeitos prejudiciais à saúde.

Tendo em vista o consumo habitual de misturas de proteínas como suplementos alimentares, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade nutricional de dois suplementos protéicos - um formulado protéico em pó (produto em fase de teste) e a gelatina - isolados e em misturas com caseína.

MATERIAL E MÉTODOS

Dietas usadas no ensaio biológico

Nas dietas formuladas para o ensaio biológico foram usados os seguintes ingredientes: caseína em pó pura (Synth, São Paulo), gelatina neutra em pó (Vetec, Rio de

* Trabalho realizado com o apoio financeiro da FUNAPE-UFG (Processo nº 70.087).

** Laboratório de Nutrição Experimental - Faculdade de Nutrição - Universidade Federal de Goiás (UFG) - 74605-080 - Goiânia - GO - Brasil.

***Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício - UVA - 74280-010 - Goiânia - GO - Brasil.

****Laboratório de Composição Corporal, Fisiologia e Saúde - Faculdade de Educação Física - Universidade Federal de Goiás - UFG - 74001-970 - Goiânia - GO - Brasil.

Janeiro), um formulado protéico em pó (produto à base de proteínas lácteas, FEGO Alimentos, Goiânia, em fase de teste), L-cistina (Synth, São Paulo), celulose e misturas de vitaminas e de minerais provenientes da Rhoster (São Paulo). O óleo de soja e o amido de milho foram adquiridos no comércio local de Goiânia. Foram elaboradas seis dietas, sendo uma sem proteína (aprotéica - AP) e cinco contendo 10% de proteína de diferentes fontes: caseína (C₁₀ - dieta controle), formulado protéico (FP₁₀), gelatina (G₁₀), e misturas de caseína com formulado protéico (C₇FP₃) e caseína com gelatina (C₇G₃) na proporção de 7:3 em base protéica, respectivamente. As dietas e suas formulações estão descritas na Tabela 1.

Análises químicas

O teor de proteína, nas fontes protéicas e nas dietas, foi determinado por meio da análise de nitrogênio, segundo o método de Kjeldahl, sendo utilizado os fatores de conversão de 6,38 para caseína, 5,55 para gelatina, e de 6,25 para as demais fontes protéicas.⁵ Os lipídios totais foram analisados pelo método de Bligh & Dyer⁷ e os carboidratos (incluindo os não-digeríveis) foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos de umidade, proteína, lipídios e cinzas.

A composição de aminoácidos foi determinada no Centro de Química de Proteínas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, sendo as amostras submetidas à hidrólise ácida,¹⁹ exceto para o triptofano (hidrólise alcalina),¹⁷ e aplicadas em um analisador automático de aminoácidos

(Nicolas V). Após eluição nas colunas e reação com ninidrina, os aminoácidos foram detectados colorimetricamente e então quantificados.² A partir dos resultados destas análises, foi estimado o escore de aminoácidos essenciais (EAE) com base nas necessidades de aminoácidos de crianças de dois a cinco anos de idade, de acordo com FAO/OMS.²¹

Avaliação biológica

No experimento foram utilizados 36 ratos machos, albinos, da linhagem Wistar, recém-desmamados, com pesos entre 52,6 e 70,4 g (média= 61,5 ± 5,36 g). Os ratos foram distribuídos aleatoriamente em grupos segundo delineamento por blocos casualizados contendo seis tratamentos e seis repetições. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais durante dezesseis dias, sendo os dois primeiros dias para adaptação e catorze dias de experimento, sob condições ambientais padronizadas.¹¹ As dietas e água filtrada foram oferecidas *ad libitum*. O consumo de dieta e o peso dos animais foram monitorados três vezes por semana. Ao final do experimento, o fígado de cada rato foi dissecado e em seguida, pesado. Todos os procedimentos com os animais foram realizados de acordo com os princípios éticos preconizados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).¹¹

A qualidade protéica das dietas foi avaliada por meio do índice NPR (*Net Protein Ratio*), conforme Pellett & Young,²² A partir do valor de NPR estimou-se o NPR relativo (RNPR= NPR do grupo teste/NPR do grupo controle x 100), segundo Sarwar & Peace,²⁸ e o índice NPU (*Net Protein*

Tabela 1 - Ingredientes e respectivas quantidades (g/100g) usadas na formulação das dietas.

Nutriente	Ingrediente ¹	Dieta ²					
		C ₁₀	FP ₁₀	G ₁₀	C ₇ FP ₃	C ₇ G ₃	AP
Proteína	Caseína	10,98	-	-	7,69	7,69	-
	Gelatina	-	-	10,85	-	3,25	-
	Formulado protéico	-	29,96	-	8,99	-	-
Aminoácido	L-cistina ³	0,18	-	-	0,12	0,12	-
Lipídio	Óleo vegetal	6,68	5,11	6,98	6,20	6,77	7,00
Fibras	Celulose	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Minerais	Mistura salina	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Vitaminas	Mistura vitamínica	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bitartarato de colina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Carboidrato	amido de milho	72,41	55,18	72,42	67,25	72,42	83,25

¹Teor protéico e de lipídios dos ingredientes (respectivamente): caseína = 91,07% e 2,93%; gelatina = 92,17% e 0,19%; formulado protéico = 33,38% e 6,32%.

²Dietas formuladas segundo AIN 93G²⁶: C₁₀ = caseína 10% (dieta controle); FP₁₀ = formulado protéico 10%; G₁₀ = gelatina 10%; C₇FP₃ = caseína 7% e formulado protéico 3%; C₇G₃ = caseína 7% e gelatina 3%; AP = aprotéica.

³Concentração recomendada de L-cistina: 0,3g para cada 17g de proteína da caseína (AIN 93G).²⁶

Utilization), de acordo com Bender & Doell.⁶ Na avaliação da disponibilidade biológica das fontes protéicas, foi também considerado o crescimento e o peso do fígado dos animais.

Os resultados do ensaio biológico foram submetidos à análise de variância (Anova) e teste para comparação de médias (Tukey a 5 % de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas mostraram teores protéicos de 92,17 % na gelatina e 33,38 % no formulado protéico, sendo este último considerado também fonte de carboidratos (53,84 %). Quanto ao perfil de aminoácidos, observa-se, na Tabela 2, que o formulado protéico possui um bom perfil de aminoácidos indispensáveis (essenciais), assim como a mistura C₇FP₃, segundo os valores de EAE (ambos acima de 100 %). Ao contrário, os teores de todos os aminoácidos essenciais da gelatina foram inferiores àqueles

do padrão de referência, além de não conter triptofano, resultando em uma concentração total de aminoácidos essenciais de aproximadamente 50 % em relação ao padrão (Tabela 2). Em contrapartida, a gelatina apresentou resíduos dos aminoácidos não-essenciais alanina, arginina, glicina e prolina em quantidades excessivas, que juntos perfazem quase 70 % da composição dessa proteína, dados que são compatíveis com a literatura.^{4,13} O perfil de aminoácidos essenciais da mistura caseína-gelatina foi inferior às necessidades do pré-escolar (EAE= 0,85), pois a deficiência de triptofano da gelatina não foi totalmente corrigida por causa da proporção considerável de gelatina (30 %) na mistura. O perfil de aminoácidos essenciais da caseína, constatado no presente estudo (Tabela 2), está de acordo com a literatura.^{27,28}

Ao início do experimento, os animais apresentaram pesos médios similares entre os grupos, variando de 61,2 g a 61,8 g. Não foram constatadas diferenças significativas

Tabela 2 - Composição em aminoácidos da caseína, do formulado protéico, da gelatina, das misturas protéicas e do padrão de referência (mg de aminoácidos/g de proteína).

Aminoácido	Fonte de proteína ¹			Mistura protéica ²		Padrão FAO/OMS ³
	caseína	formulado protéico	gelatina	C ₇ FP ₃	C ₇ G ₃	
<u>Essencial</u>						
Histidina	28,78	26,90	9,84	28,22	23,10	19
Isoleucina	38,22	42,79	13,14	39,59	30,69	28
Leucina	90,61	81,40	27,56	87,85	71,70	66
Lisina	82,67	64,17	49,92	77,12	72,85	58
Metionina + cistina	32,67	27,96	11,61	31,26	26,35	25
Fenilalanina + tirosina	104,82	91,64	21,78	100,86	79,90	63
Treonina	45,12	43,70	17,50	44,69	36,83	34
Triptofano	13,30 ⁴	16,20	0,00	14,17	9,31	11
Valina	44,58	48,93	17,29	45,89	36,40	35
TOTAL	480,77	443,69	168,64	469,65	387,13	339
EAE ⁵	1,21	1,11	0,00	1,25	0,85	1,00
<u>Não-essencial</u>						
Ácido aspártico	90,96	98,66	55,01	93,27	80,17	-
Ácido glutâmico	181,68	200,57	81,70	187,35	151,69	-
Alanina	34,59	37,36	155,58	35,42	70,88	-
Arginina	36,64	56,14	103,96	42,49	56,84	-
Glicina	20,72	31,00	260,92	23,80	92,78	-
Prolina	108,54	75,38	142,70	98,59	118,79	-
Serina	59,43	57,24	31,52	58,77	51,06	-

¹ Valores constituem médias de duas repetições.

² Valores estimados a partir da composição protéica das misturas: C₇FP₃ = caseína 70% e formulado protéico 30%; C₇G₃ = caseína 70% e gelatina 30%.

³ Corresponde à necessidade de aminoácidos essenciais de crianças em idade pré-escolar.²¹

⁴ Valor obtido da literatura.²⁸

⁵ Escore de aminoácidos essenciais: menor relação entre o aminoácido da proteína-teste (valor sombreado) e o respectivo padrão de referência.

($p > 0,05$) entre os pesos dos animais que consumiram dieta contendo o formulado protéico ($FP_{10} = 111,8 \pm 9,4$ g e $C_7FP_3 = 115,9 \pm 18,18$ g) e o peso dos ratos do grupo controle ($C_{10} = 108,9 \pm 11,6$ g), ao final do ensaio biológico (14º dia). Assim, observa-se (Tabela 3) que os ratos dos grupos FP_{10} e C_7FP_3 ganharam peso de forma semelhante ao grupo C_{10} e superior ao grupo que ingeriu a mistura caseína-gelatina (C_7G_3), sendo o ganho de peso médio diário de 3,6; 3,9; 3,4 e 2,4 g, respectivamente. Os animais tratados somente com gelatina perderam peso de forma similar ao grupo aprotéico. Conforme descrito na literatura, a gelatina, quando administrada em animais em crescimento como única fonte de proteína, induz à perda de peso de forma semelhante ou até mais acentuada que uma dieta aprotéica.^{4,31} Dietas restritas ou desequilibradas em termos de aminoácidos essenciais resultam em um perfil sérico desses aminoácidos também desequilibrado e reduzem as concentrações plasmáticas e teciduais do IGF-1 (fator de crescimento semelhante à insulina 1), com conseqüente redução na taxa de síntese de proteínas estruturais e prejuízo do crescimento.^{8,14}

A evolução de peso dos animais está apresentada na Figura 1. Destaca-se a perda de peso acentuada do grupo de animais alimentados com gelatina (G_{10}) e o efeito negativo da gelatina no crescimento dos ratos tratados com a mistura caseína-gelatina (C_7G_3), em relação às demais fontes protéicas.

Os consumos de dieta e proteína (Tabela 3) foram similares entre os grupos de animais que apresentaram ganho de peso, exceto no caso do grupo C_7G_3 , que consumiu dieta e proteína em quantidades inferiores às do grupo FP_{10} ($p < 0,05$), o que é compatível com o menor ganho de peso do primei-

ro. O ganho de peso dos ratos do grupo C_7G_3 foi também inferior ao do grupo C_7FP_3 ($p < 0,05$), embora tenham consumido quantidades similares de dieta e de proteína. Essa redução significativa no peso dos animais do grupo C_7G_3 (Tabela 3 e Figura 1) evidencia o efeito negativo do perfil de aminoácidos da gelatina na composição da mistura caseína-gelatina em relação à mistura caseína-formulado protéico.

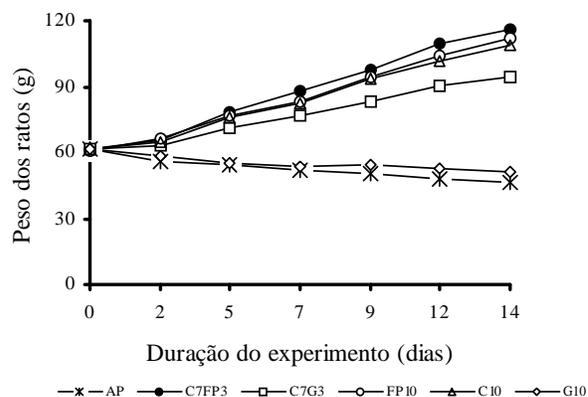


FIGURA 1 - Evolução de peso de ratos Wistar (machos, recém-desmamados) submetidos a diferentes tratamentos, durante catorze dias de experimento (AP= aprotéico, C_7FP_3 = caseína a 7% e formulado protéico a 3%, C_7G_3 = caseína a 7% e gelatina a 3%, FP_{10} = formulado protéico a 10%, C_{10} = caseína a 10%, e G_{10} = gelatina a 10% de proteína na dieta).

Tabela 3 - Ganho de peso corpóreo, consumo de dieta e de proteína e peso do fígado (total e relativo) de ratos Wistar mantidos durante catorze dias de experimento ingerindo dietas com diferentes fontes de proteína.¹

Grupo de animais ²	Variação de peso (g)	Consumo (g)		Peso do fígado	
		dieta	Proteína	total (g)	relativo - % (g/100g de rato)
C_{10}	$47,5 \pm 11,0^{a,b}$	$162,4 \pm 21,8^{a,b}$	$15,20 \pm 2,04^a$	$4,28 \pm 0,56^a$	$3,94 \pm 0,30^{a,b}$
FP_{10}	$50,6 \pm 8,4^a$	$191,7 \pm 9,3^a$	$18,75 \pm 0,91^b$	$4,12 \pm 0,44^a$	$3,71 \pm 0,46^{a,b}$
G_{10}	$-10,6 \pm 2,0^c$	$76,3 \pm 8,4^c$	$7,80 \pm 0,86^c$	$1,83 \pm 0,31^c$	$3,57 \pm 0,63^{a,b}$
C_7FP_3	$54,5 \pm 13,6^a$	$184,3 \pm 31,1^{a,b}$	$17,32 \pm 2,93^{a,b}$	$4,72 \pm 0,70^a$	$4,09 \pm 0,32^a$
C_7G_3	$32,9 \pm 9,1^b$	$153,2 \pm 27,7^b$	$15,10 \pm 2,72^a$	$3,27 \pm 0,48^b$	$3,46 \pm 0,26^{a,b}$
AP	$-15,1 \pm 2,2^c$	-	-	$1,56 \pm 0,21^c$	$3,34 \pm 0,25^b$

¹ Valores constituem médias \pm desvios-padrão de seis animais. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² C_{10} = caseína 10% (9,36%); FP_{10} = formulado protéico 10% (9,78%); G_{10} = gelatina 10% (10,22%); C_7FP_3 = caseína 7% e formulado protéico 3% (9,40%); C_7G_3 = caseína 7% e gelatina 3% (9,85%); AP = aprotéico.

Os animais tratados somente com gelatina (G_{10}) consumiram dieta e proteína em quantidades significativamente inferiores às dos demais grupos de ratos (Tabela 3). Descreve-se na literatura que animais podem modular seu apetite de acordo com a dieta oferecida. Assim, dietas restritas em proteínas ou deficientes em aminoácidos essenciais são rejeitadas pelo rato, que então ingere menos que sua necessidade energética, o que potencializa a falta de aminoácidos essenciais e conseqüente redução da taxa de síntese protéica endógena, conduzindo a perdas de massa muscular e tecido gorduroso.^{8,14}

Observa-se, ainda na Tabela 3, que os pesos dos fígados dos ratos dos grupos FP_{10} e C_7FP_3 foram semelhantes ao do grupo controle e maior que o do grupo C_7G_3 (diferenças significativas, $p < 0,05$). Esses dados confirmam a maior disponibilidade, em nível tecidual, da proteína do formulado protéico (isolado e misturado com caseína) em relação à da mistura caseína-gelatina, já constatada no presente estudo pelo maior crescimento dos animais alimentados com o produto (Tabela 3 e Figura 1).

Por outro lado, os pesos dos fígados dos ratos dos grupos G_{10} e AP foram similares e bem menores ($p < 0,05$) em relação aos dos demais grupos (Tabela 3). Porém, o peso relativo do fígado de todos os grupos foi semelhante ao do grupo controle, e ao redor de 4 % (exceto grupo AP), conforme relatado na literatura tanto para ratos jovens¹⁸ quanto adultos.²⁹ Assim, a redução do tecido hepático dos grupos G_{10} e AP foi proporcional à perda de peso corpóreo. Esses dados se assemelham aos de Gomes et al.,¹⁴ que constataram uma redução no peso total do fígado (e não no peso relativo) de ratos alimentados com dieta aprotéica em comparação ao peso do fígado de animais tratados com caseína.

Em relação ao metabolismo hepático, refere-se na literatura que dietas desbalanceadas em termos protéicos (quantitativos e qualitativos) induzem a uma elevação significativa do teor de lipídios no fígado, caracterizado pela infiltração gordurosa no órgão. Isso pode ser explicado

pelo aumento da síntese de triglicerídios no fígado a partir de esqueletos carbônicos residuais gerados no catabolismo protéico, associado à redução de lipoproteínas plasmáticas responsáveis pela remoção dos lipídios hepáticos.^{10,33} Assim, na desnutrição protéica observada nos grupos G_{10} e AP do presente estudo, além da redução do peso dos fígados desses animais, é possível que tenha ocorrido esse distúrbio do metabolismo lipídico.

Quanto aos resultados do índice NPR (Tabela 4), somente a mistura caseína-formulado protéico (C_7FP_3) obteve um valor protéico equivalente ao da caseína (C_{10}), e ao contrário, a mistura C_7G_3 apresentou valor inferior. Esse fato reforça a importância da avaliação da disponibilidade biológica da proteína, pois na avaliação química, a mistura caseína-gelatina apresentou uma qualidade protéica melhor (EAE= 85 %, Tabela 2) em relação à avaliação *in vivo* (RNPR= 77 %). Os baixos valores de NPR (menor que 1,0) e NPU (cerca de 10 %) do grupo G_{10} confirmam a inadequação da gelatina como fonte protéica. Sotelo-Lopez & Lucas-Florentino³¹ encontraram valor negativo de PER (*Protein Efficiency Ratio*= - 0,64) e Ziegler et al.³⁵ constataram valor de NPR similar ao obtido no presente estudo (próximo a 0,60), em ratos jovens consumindo gelatina como única fonte de proteína. O resultado de NPR da caseína (grupo C_{10}) é compatível com dados disponíveis na literatura (valores ao redor de 4,0),^{6,22,27} assim como de NPU (cerca de 70 %).^{20,31}

Vale acrescentar que, em animais consumindo proteína-teste, o período mínimo de adaptação para que ocorram mudanças nos níveis séricos de aminoácidos é de aproximadamente sete dias após o início da ingestão.²³ Este estudo teve a duração de catorze dias, tempo suficiente para evidenciar a influência negativa do perfil de aminoácidos da gelatina, na mistura caseína-gelatina (C_7G_3), sobre a síntese protéica endógena, reduzindo significativamente os índices NPR e NPU, em relação à caseína (Tabela 4).

Tabela 4 - Qualidade protéica (NPR, RNPR e NPU) de dietas contendo diferentes fontes de proteína, em ratos Wistar.

Grupo de animais ¹	Índice biológico ²		
	NPR	RNPR (%)	NPU (%)
C_{10}	4,11 ± 0,31 ^a	100	67 ± 5 ^a
FP_{10}	3,50 ± 0,34 ^b	85 ± 8	58 ± 5 ^b
G_{10}	0,60 ± 0,30 ^c	14 ± 7	12 ± 5 ^c
C_7FP_3	4,00 ± 0,21 ^a	97 ± 5	65 ± 3 ^a
C_7G_3	3,18 ± 0,21 ^b	77 ± 5	53 ± 3 ^b

¹ C_{10} = caseína 10%; FP_{10} = formulado protéico 10%; G_{10} = gelatina 10%; C_7FP_3 = caseína 7% e formulado protéico 3%; C_7G_3 = caseína 7% e gelatina 3%.

² Valores constituem médias ± desvios-padrão de seis animais. Em uma mesma coluna, médias com letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NPR (*Net Protein Ratio*); RNPR (NPR relativo) e NPU (*Net Protein Utilization*).

Assim, os resultados do presente estudo evidenciam a necessidade de pesquisas sobre o valor nutritivo de misturas protéicas contendo gelatina, sobretudo diante da escassez de estudos científicos sobre o assunto. É importante discutir, ainda, a classificação desse produto como alimento e como medicamento no Brasil. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa),⁹ a gelatina é considerada um complemento nutricional, e conforme o Dicionário de Especialidades Farmacêuticas (DEF),¹² o produto é classificado como complemento dietético.

O formulado protéico, por sua vez, apresentou melhor qualidade nutricional quando misturado à caseína, em relação ao produto isolado (RNPR= 97% e 85%, respectivamente). O menor valor protéico do produto isolado sugere menor digestibilidade de suas proteínas em relação à da caseína, uma vez que essas duas proteínas mostraram-se equivalentes em termos de aminoácidos essenciais (Tabela 2). Contudo, pode-se considerar o formulado protéico como fonte de proteína de boa qualidade, pois apresentou um RNPR acima de 80 % e que é similar, por exemplo, à proteína da mistura arroz-feijão ou de grãos de milho de qualidade protéica (RNPR= 86 % e 83 %, respectivamente).²⁰ Além disso, a disponibilidade biológica da proteína do formulado protéico, em termos dos parâmetros de ganho de peso e peso do fígado dos animais, foi semelhante à da caseína (Tabela 3).

Vale discutir ainda a aplicação desses resultados para humanos, uma vez que ensaios com animais não são capazes de definir o nível de utilização protéica em termos quantitativos, mas sim, qualitativos.²² Deve-se lembrar que as condições experimentais são padronizadas e que outros fatores dietéticos influenciam a utilização protéica, como ingestão energética e exercício físico. Assim, sugere-se o esclarecimento do uso do formulado protéico em dietas que simulem diferentes padrões alimentares e sua relação com o desempenho físico.

Outro aspecto que deve ser ressaltado, refere-se à pertinência do uso de suplementos alimentares, especialmente os protéicos. De acordo com organismos nacionais e internacionais, uma alimentação equilibrada e adequada ao esforço físico atende às necessidades nutricionais do indivíduo sedentário e de praticantes de atividade física, incluindo atletas de nível competitivo. Portanto, a utilização desses suplementos é justificada apenas em situações especiais, em que não é possível suprir a demanda aumentada de proteína mediante o consumo de uma alimentação balanceada, como em certos casos de atletas de alto nível e situações clínicas específicas.^{16, 25, 30, 32}

CONCLUSÃO

O formulado protéico constitui uma fonte de proteína de boa qualidade e seu uso pode ser indicado em situações especiais, nas quais não se consegue atingir as recomendações de ingestão protéica, apesar do consumo de uma alimentação equilibrada. A gelatina, por sua vez, não pode ser considerada um complemento ou suplemento nutricional, pois quando

consumida como única fonte de proteína provoca perda acentuada de peso, e quando presente em misturas alimentares pode prejudicar a disponibilidade biológica de fontes protéicas de boa qualidade, sobretudo em situações de baixa ingestão de proteína.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem às acadêmicas de nutrição Claudia C. Daud e Daniela C. Custódio pelo auxílio na coleta dos dados biológicos.

NAVES, M. M. V.; FERREIRA, C. C. C.; FREITAS, C. S.; SILVA, M. S. Evaluation of the protein quality of two dietary supplements in Wistar rats. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v.17, n.1, p.35-42, jan./mar. 2006.

■ **ABSTRACT:** The aim of this research was to evaluate the protein quality of two dietary supplements - a protein formulate (a product in test) and gelatin. Six groups of six weanling male Wistar rats were fed with the different diets for fourteen days: control (C₁₀ - casein), protein formulate (FP₁₀) and gelatin (G₁₀) at 10 % protein level; mixtures with casein and protein formulate (C₇FP₃) or gelatin (C₇G₃) (7:3 in protein base, respectively); and non-protein diet. The protein formulate diets showed good quality protein, according to Net Protein Ratio (NPR) and Net Protein Utilization (NPU) indexes, without significant differences between C₇FP₃ and C₁₀ (NPR= 4.00 and 4.11, and NPU= 65% and 67%, respectively). The animals fed with gelatin (G₁₀) and with non-protein diet lost body weight and their liver weights were similar and lower than the liver weights of the other groups of rats (p<0.05). The protein value of the mixture casein-gelatin (C₇G₃) was lower than the value of casein (relative NPR= 77 %, p<0.05). Protein formulate is a source of good quality protein and its use could be indicated in special situations as a dietary supplement. Gelatin, on its turn, could not be considered a nutritional complement or supplement because it does not supply the organism protein requirements and could impair the biological availability of good quality proteins.

■ **KEYWORDS:** Food supplement; nutritional supplement; gelatin; hydrolyzed collagen; protein; nutritional biological availability; rats.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADVANCED nutrition. **Gelamin:** colágeno hidrolisado. Disponível em: <http://www.advancednutrition.com.br/ produtos/gelamin>. Acesso em: 23 jan. 2005.
2. ALONZO, N.; HIRS, C. H. W. Automation of sample application in amino acid analyzes. *Anal. Biochem.*, Washington, v. 23, n.2, p. 272-288, 1968.

3. ALVES, L. A. Recursos ergogênicos nutricionais. In: BIESEK, S.; ALVES, L. A.; GUERRA, I. (Org.). **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte**. Barueri: Manole, 2005. p. 283-318.
4. ANGELIS, R. C. Valor nutricional de alimentos. In: _____. **Fisiologia da nutrição**. 2. ed. São Paulo: Edart, 1979. v. 2, p. 181-198.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. p. 70.
6. BENDER, A. E.; DOELL, B. H. Biological evaluation of proteins: a new aspect. **Br. J. Nutr.**, London, v. 11, n. 2, p. 140-148, 1957.
7. BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
8. BOHÉ, J. et al. Human muscle protein synthesis is modulated by extracellular, not intramuscular amino acid availability: a dose-response study. **J. Physiol.**, Cambridge, v. 552, pte 1, p. 315-324, 2003.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 19, de 15 março de 1995. **Norma técnica para complemento nutricional**. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/19_95.htm. Acesso em: 15 dez. 2005.
10. CHAVES, M. G.; MELLO, M. A. R. Metabolismo glicídico em músculo estriado esquelético de ratos em repouso submetidos à restrição protéica alimentar. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 14, n. 1, p. 97-101, 2003.
11. COLÉGIO BRASILEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL (COBEA). **Manual para técnicos em bioterismo**. 2. ed. São Paulo: Winner Graph, 1996. p. 11-25.
12. DICIONÁRIO de especialidades farmacêuticas: DEF 2003/04. 32. ed. Rio de Janeiro: Publicações Científicas, 2003. 930 p.
13. DJAGNY, K. B.; WANG, Z.; XU, S. Gelatin: a valuable protein for food and pharmaceutical industries: review. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, Boca Raton, v. 41, n. 6, p. 481-492, 2001.
14. GOMES, M. R. et al. Effect of protein restriction on plasma and tissue levels of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in adult rats. **Nutr. Res.**, New York, v. 23, n. 9, p. 1239-1250, 2003.
15. GOMES, M. R.; TIRAPEGUI, J. Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Caracas, v. 50, n. 4, p. 317-329, 2000.
16. INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. Protein and amino acids. In: _____. **Dietary references intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington, D.C.: USA National Academies, 2005. p.589-768.
17. LUCAS, B.; SOLETO, A. Effect of different alkalies, temperatures and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of foods. **Anal. Biochem.**, New York, v. 109, n. 1, p. 192-197, 1980.
18. MARTÍNEZ, J. A. et al. Response of muscle, liver and whole-body protein turnover to two different sources of protein in growing rats. **Ann. Nutr. Metab.**, Basel, v. 31, p. 146-153, 1987.
19. MOORE, S.; SPACKMAN, D. H.; STEIN, W. H. Chromatography of amino acids on sulfonated polystyrene resins. **Anal. Chem.**, Washington, v. 30, n. 7, p. 1185-1190, 1958.
20. NAVES, M. M. V. et al. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 34, n.1, p. 1-8, 2004.
21. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. **Evaluación de la calidad de las proteínas**. Roma: FAO, 1992. 65 p. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición, 51).
22. PELLETT, P. L.; YOUNG, V. R. **Nutritional evaluation of protein foods**. Tokyo: The United Nations University, 1980. p. 41-57, 104-105, 112-113.
23. PENCHARZ, P. B.; BALL, R.O. Different approaches to define individual amino acid requirements. **Annu. Rev. Nutr.**, Palo Alto, v. 23, p. 101-116, 2003.
24. PEREIRA, R. F.; LAJOLO, F. M.; HIRSCHBRUCH, M. D. Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 265-272, 2003.
25. PHILIPS, S. M. Protein requirements and supplementation in strength sports. **Nutrition**, Burbank, v. 20, n. 7/8, p. 689-695, 2004.
26. REEVES, P. G.; NIELSEN, F. H.; FAHEY JR., G. C. AIN - 93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN - 76A Rodent Diet. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 123, n. 11, p. 1939-1951, 1993.
27. ROMAN, J. A.; SGARBIERI, V. C. Obtenção e caracterização química e nutricional de diferentes concentrados de caseína. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 75- 83, 2005.
28. SARWAR, G.; PEACE, R. W. The protein quality of some enteral products is inferior to that of casein as assessed by rat growth methods and digestibility-corrected amino acid scores. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 124, p. 2223-2232, 1994.
29. SILVEIRA, E. R. et al. Vitamin A and all-trans and 9-cis retinoic acids inhibit cell proliferation during the progression phase of hepatocarcinogenesis in Wistar rats. **Nutr. Cancer**, Philadelphia, v.39, n.2, p. 244-251, 2001.
30. SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Rev. Bras. Med. Esporte**, São Paulo, v.9, n. 2, p. 1-13, 2003.
31. SOTELO-LOPEZ, A.; LUCAS-FLORENTINO, B. Determination of net protein utilization using whole carcass, hind leg or liver of the rat and its relationship with protein efficiency ratio determination. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 108, n. 1, p. 61-66, 1978.
32. TARNOPOLSKY, M. Protein requirements for endurance athletes. **Nutrition**, Burbank, v. 20, n. 7/8, p. 662-668, 2004.

33. TIRAPEGUI, J. O.; ANGELIS, R. C. Efeito da ingestão de proteína desbalanceada em fígado de ratos em crescimento. **Arq. Gastroent.**, São Paulo, v. 21, n.1, p. 29-34, 1984.
34. VANNUCCHI, H. et al. Proteínas. In: _____. **Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira**. Ribeirão Preto: Legis Suma, 1990. p. 51-61.
35. ZIEGLER, F.F.; CUNHA, M.S.C.; SGARBIERI, V.C. Avaliação nutricional do isolado protéico do soro de leite bovino (WPI), de hidrolisados de gelatina suína e bovina e de suas misturas em diferentes proporções no crescimento de ratos Wistar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19, 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. 6p. (1 CD-ROM).