

SENSIBILIDADE DE DIFERENTES MÉTODOS BIOLÓGICOS PARA DIFERENCIAR VALOR PROTÉICO DE ALGUNS ALIMENTOS

R. C. de Angelis¹ e L. A. Amaral²

**Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil**

RESUMO

Estudou-se o valor nutritivo de proteínas de diferentes alimentos incluídos em dietas para ratos, como única fonte protéica, fornecendo um teor total de 7 g proteína/100 g de dieta.

Os resultados foram analisados através do valor de ganho ponderal, velocidade de crescimento, PER, IEC (índice de eficiência calórica), NPR, Digestibilidade (D), NDpCal% e VB. Dentre os alimentos ensaiados os melhores resultados foram obtidos para leite, milho opaco 2, arroz e soja. A mistura de arroz + feijão foi considerada ótima. Constatou-se também vantagem da suplementação de trigo por mandioca.

Manuscrito modificado recebido: 4 — 22 — 81.

¹ **Professora Livre Docente e Prof. Adjunto, Centro de Nutrição, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, 05508, Cidade Universitária, São Paulo, SP, Brasil.**

² **Mestre em Fisiologia, Depto. de Fisiologia e Farmacologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidades de São Paulo.**

Da comparação resultou que os métodos biológicos utilizados, por ordem de sensibilidade para detectar diferenças de qualidade foram: diferença de peso, PER, IEC > NPR, NDpCal% > VB, Consumo, D (P < 0.01).

INTRODUÇÃO

A alimentação em muitos países é basicamente de origem vegetal, sendo as proteínas de cereais e leguminosas as mais consumidas; de acordo com Jansen, 1972 (1), 69% da proteína total consumida pela população brasileira é de origem vegetal. Segundo do Howe e Jansen (1967) (2), Mendel, já em 1923 afirmava que o requisito calórico-corporal tem alta prioridade, e quando este não é conseguido, parte das proteínas são utilizadas para fins energéticos; entretanto, Rao e Morrison (3), através de estudos em ratos, demonstraram que mesmo em condições de restrição calórica, parte das proteínas consumidas são utilizadas pelo organismo para fins de massa ativa. É, pois, importante melhorar a qualidade proteica da dieta. Segundo diversos autores a quantidade de proteína na dieta básica de alguns países é limitante (4-6). Em diversos países da América Latina a dieta típica rural, contém quantidades apreciáveis de milho e feijão, contribuindo estes com a maior porcentagem da proteína total ingerida (7).

Em trabalhos realizados no INCAP (8) verificou-se que o milho opaco 2 é tão eficiente quanto o leite para recuperação de crianças desnutridas, enquanto que o milho híbrido comum produzia uma retenção nitrogenada 5 vezes menor que a do leite. De Angelis e cols. (9) mostraram o efeito de várias proteínas em futura carência protéica assim como a atuação destas na recuperação, concluindo que o milho opaco 2 é tão eficiente quanto a caseína ou ovoalbumina. A importância de se conseguirem melhores associações de proteínas é considerável desde que as misturas se complementem quanto aos seus aminoácidos (8).

A escolha do método para avaliar o valor protéico de alimentos depende de vários fatores tais como: qualidade e reprodutibilidade de resultados, demora do ensaio, sensibilidade para distinguir entre qualidades protéicas, e que seja relativamente econômico.

Inúmeras pesquisas enfocam a determinação e expressão dos valores nutritivos de dietas. Os maiores interesses afunilam para alimentos protéicos novos e mais baratos, eficientes na prevenção

e cura de má nutrição protéica. Grande parte dos trabalhos experimentais sobre o valor nutritivo são difíceis de comparar devido aos diferentes métodos usados e às diferentes maneiras de expressar os resultados.

O presente trabalho teve por objetivo principal analisar o valor nutritivo de diferentes alimentos protéicos e suas associações. Estudou-se o valor nutritivo protéico de cereais (arroz, trigo, milho híbrido, milho opaco 2) e de leguminosas (feijão jalo e soja), comparando-se os resultados obtidos através de diferentes métodos biológicos, tentando se estabelecer quais os parâmetros de maior sensibilidade para diferenciar qualidades protéicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Animal - *Rattus norvegicus* albinus, Wistar. Animais de peso inicial entre 36 e 65 g, a recém desmamados. Usaram-se 10 animais/grupo.

Dieta - As dietas utilizadas apresentavam a seguinte composição:

Proteína - 7% ou 0 (Dieta aprotéica)
Carboidratos³ - 83 ou 90%
Mistura de sais minerais⁴ - 2%
Mistura de vitaminas⁵ - 2%
Óleo de fígado de bacalhau - 2%
Óleo vegetal⁶ - 4%

A proteína foi fornecida por arroz, ou feijão jalo, ou milho híbrido, ou milho opaco 2, ou soja, ou leite,⁷ ou trigo ou por associação de duas destas, fornecendo 50% do total de proteína cada uma. Na mistura trigo + mandioca, o trigo forneceu 6.1% e a mandioca 0.9% do total da dieta.

Comida e água foram *ad libitum*.

Os milhos foram utilizados na forma integral (grão inteiro moído), ou como "fubá".⁸ O feijão e a soja foram cozidos com

³ amido.

⁴ Ref. (10).

⁵ Ref. (9).

⁶ Óleo de caroço de soja comestível.

⁷ Leite em pó.

⁸ Preparação comercial de farinha de milho.

água, em autoclave (40 mm, 115°C) conservados em geladeira até o momento do uso.

Medidas – Peso corporal – Os animais foram pesados cada 2 dias. Determinou-se os valores de:

- PER = ganho de peso (g)/proteína ingerida (g)
 NPR = ganho de peso (g) do grupo teste + perda de peso do grupo aprotéico/proteína ingerida.
 NPU = $3,3 + 15,5 \text{ NPR} (11)$
 P^o/o = proteína x 4/valor calórico total
 BN = nitrogênio ingerido – (N fecal + N urinário – N endógeno – N metabólico) onde: N endógeno e N metabólico = N excretado em urina e fezes pelos animais mantidos em dieta aprotéica.
 D = N absorvido/N ingerido^o/o
 VB = N retido/N ingerido^o/o
 NDpCal^o/o = NPU x P^o/o
 IEC = ganho de peso (g)/calorias totais ingeridas^o/o

Em plasma – Proteína pelo método de biureto (12)

Em urina e fezes – Nitrogênio total pelo método de Kjeldahl modificado por Albanese (13).

Análise estatística – Retas de regressão – Pelo método de regressão linear simples estudou-se o crescimento dos animais em função do tempo obtendo-se a equação $y = a + bx$, onde y representa o peso corporal da semana x ; a o peso corporal no início da experiência e b a variação de peso/semana.

Análise de variância e teste de Sheffé – Os valores submetidos à análise de variância foram submetidos ao teste de Sheffé de contrastes entre médias.

Classificação de alimentos pelo valor protéico: Em cada parâmetro o valor obtido para caseína foi igualada a – 100 – Classificou-se como:

- a – ótima qualidade – quando os valores para diferentes parâmetros foram iguais ou superiores aos da caseína.
- b – bom – quando os valores para os diferentes parâmetros foram entre 75 e 100% relativos aos da caseína.
- c – aceitáveis – quando os valores para os diferentes parâmetros foram 50 a 75% relativos aos da caseína.
- d – regulares – quando os valores para os diferentes parâmetros foram 25 a 50% relativos aos da caseína.

e — *ineficientes* — quando os valores para os diferentes parâmetros foram inferiores a 25% relativos aos da caseína.⁹

RESULTADOS

Os resultados da variação de peso corporal dos animais estão apresentados na Tabela 1 e 2.

Das fontes protéicas isoladas testadas ao nível de 7% de proteína, a que proporcionou maior crescimento nos animais foi o leite, seguido por arroz, ou soja, ou milho opaco 2 (fubá), milho híbrido, ou feijão, ou trigo.

TABELA 1

MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DE GANHO PONDERAL DOS ANIMAIS (g/30 dias) E RITMO DE CRESCIMENTO (reta de regressão). DIETAS CONTENDO 7% DE PROTEÍNA DE DIFERENTES FONTES

Fonte protéica	Ganho ponderal (g/30 dias)	Reta de regressão $y = a + bx$
Leite	65.80 ± 12.83 ^e	$y = 45.1 + 2.37 x$
Milho opaco 2 (integral)	49.66 ± 16.31 ^a	$y = 39.8 + 1.71 x$
Arroz	52.60 ± 8.92 ^a	$y = 49.5 + 1.65 x$
Caseína	50.20 ± 9.09 ^a	$y = 48.2 + 1.63 x$
Soja	49.10 ± 13.65 ^a	$y = 48.2 + 1.52 x$
Milho opaco 2 (fubá)	35.10 ± 8.45 ^d	$y = 46.7 + 1.17 x$
Milho híbrido (integral)	13.83 ± 1.72 ^c	$y = 38.5 + 0.42 x$
Trigo	7.42 ± 2.02 ^b	$y = 42.8 + 0.24 x$
Feijão	4.77 ± 2.81 ^b	$y = 47.8 + 0.20 x$
Milho híbrido (fubá)	5.10 ± 3.03 ^b	$y = 48.2 + 0.17 x$

n = 10.

Mesma letra = NS ao nível de 5%.

Letras diferentes = $P < 0.05$.

⁹ Desde que em programas nacionais de avaliação de NPU para merendas escolares (CNAE — Campanha Nacional de Alimentação Escolar, 1975) foi adotada esta fórmula.

TABELA 2

MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS VALORES DE GANHO PONDERAL DOS ANIMAIS (g/30 dias) E RITMO DE CRESCIMENTO (reta de regressão) DIETAS CONTENDO 7% DE PROTEÍNA ORIUNDA DE 3.5% DE CADA FONTE

Fonte Protéica	Ganho de peso	Reta de regressão $y = a + bx$
Milho opaco 2 + caseína	96.00 ± 12.28 ^d	$y = 36.4 + 3.22 x$
Arroz + Soja	67.00 ± 12.57 ^b	$y = 45.9 + 2.13 x$
Milho híbrido + leite	60.00 ± 10.42 ^b	$y = 47.3 + 2.08 x$
Milho opaco 2 + leite	56.90 ± 9.08 ^b	$y = 49.5 + 2.01 x$
Milho híbrido + caseína	48.60 ± 8.96 ^c	$y = 43.4 + 1.69 x$
Trigo + mandioca ¹	18.14 ± 5.81 ^e	$y = 43.5 + 1.63 x$
Arroz + feijão	40.50 ± 11.72 ^a	$y = 48.2 + 1.34 x$

¹ Trigo fornecendo 6.1% de proteína e farinha de mandioca 0.9%.
n = 10.

Mesma letra = não diferentes ao nível de 5% de significância.

Letras diferentes = $P < 0.05$.

Das misturas testadas, o melhor desenvolvimento ocorreu com (milho opaco 2 + caseína); seguida por, (arroz + soja), ou [milho (híbrido ou opaco 2) + leite]; seguido por (arroz + feijão), ou [milho (híbrido ou opaco 2) + leite]; seguido por (arroz + feijão); seguido por (trigo + mandioca).

Da análise entre misturas de (arroz + feijão) e arroz só ou feijão só, resultou que a associação melhorou o ganho de peso em relação ao feijão só, assim como a de arroz + soja melhorou em relação a soja só.

A suplementação de mandioca ao trigo melhorou o ritmo de crescimento.

Na Tabela 3 estão sumarizados os resultados de consumo calórico, PER, IEC, NPR, NDpCal% e na Tabela 4, os resultados de VB e digestibilidade.

A análise de variância e o teste de contrastes da Sheffé revelou que arroz proporciona melhor PER do que o feijão e igual ao da

TABELA 3

MÉDIA E DESVIO PADRÃO DE RESULTADOS DE CONSUMO CALÓRICO, PER, IEC, NPR e NDpCal%o DOS ANIMAIS MANTIDOS COM 7%o DE PROTEÍNA DE DIFERENTES FONTES PROTEICAS

	Consumo calórico Cal/dia	PER ¹	IEC ²	NPR ³	NDpCal%o ⁴
A	48,45 ± 4,39	1,98 ± 0,27	3,70 ± 0,49	2,95 ± 0,22	3,66
F	28,70 ± 4,62	0,25 ± 0,04	0,91 ± 0,13	2,00 ± 0,25	2,42
S	41,42 ± 6,17	1,29 ± 0,37	2,74 ± 0,50	2,41 ± 0,52	3,10
MH (I)	24,34 ± 2,38	1,25 ± 0,25	2,07 ± 0,41	2,49 ± 0,32	2,70
MH (F)	23,99 ± 1,06	0,67 ± 0,03	1,00 ± 0,04	3,02 ± 0,11	3,03
MO ₂ (I)	35,38 ± 6,00	3,02 ± 0,82	4,50 ± 0,69	4,31 ± 0,81	4,65
MO ₂ (F)	39,40 ± 9,08	1,71 ± 0,13	3,04 ± 0,23	3,04 ± 0,37	3,53
L	48,73 ± 3,72	2,95 ± 0,75	5,81 ± 0,76	3,45 ± 0,75	4,06
T	22,49 ± 4,53	0,16 ± 0,03	0,68 ± 0,09	1,39 ± 0,25	1,83
CAS	35,26 ± 5,47	2,32 ± 0,60	4,72 ± 0,39	3,11 ± 0,58	3,71
A + F	34,99 ± 7,41	1,36 ± 0,53	2,11 ± 0,62	2,15 ± 0,43	2,71
A + S	43,51 ± 6,34	2,14 ± 0,31	4,77 ± 0,45	2,70 ± 0,32	3,78
MH + CAS	35,38 ± 1,62	3,13 ± 1,19	4,89 ± 1,40	3,90 ± 1,17	4,61
MO ₂ ± CAS	42,78 ± 3,71	4,85 ± 0,56	8,27 ± 0,85	5,55 ± 0,61	5,92
MH + L	41,41 ± 6,27	2,55 ± 0,42	4,49 ± 0,38	3,26 ± 0,40	3,56
MO ₂ + L	45,67 ± 3,66	3,05 ± 0,77	4,56 ± 0,75	3,71 ± 0,73	4,02
M + T	28,13 ± 5,21	1,07 ± 0,24	1,77 ± 0,39	2,16 ± 0,14	2,25

¹ Razão da eficiência protéica. ² Razão da eficiência calórica. ³ Razão da eficiência protéica líquida. ⁴ Utilização protéica em calorias do valor calórico total.

A = Arroz; F = Feijão; S = Soja; MH (I) = Milho híbrido (integral); MH (F) = Milho opaco 2 (fubá); MO₂ (I) = Milho opaco 2 (integral); MO₂ (F) = Milho opaco 2 (fubá); L = Leite em pó; T = Trigo; CAS = Caseína; A + F = Arroz + feijão; A + S = Arroz + Soja; MH + CAS = Milho híbrido + caseína; MO₂ + CAS = Milho opaco 2 + caseína; MH + L = Milho híbrido + leite em pó; MO₂ + L = Milho opaco 2 + leite em pó; T + M = Farinha de trigo + farinha de mandioca.

TABELA 4

VALORES MÉDIOS DOS RESULTADOS DE BALANÇO NITROGENADO (BN), VALOR BIOLÓGICO (% N RETIDO/N ABSORVIDO), DIGESTIBILIDADE (% N ABSORVIDO/N INGERIDO) PARA OS ANIMAIS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO 7% DE PROTEÍNA ORIUNDA DE DIFERENTES FONTES¹

	BN (mg)	VB	Digestibilidade
A	102.19	81.26	86.30
F	48.92	74.95	80.06
S	90.73	81.99	87.09
MH (I)	44.90	82.44	84.22
MH (F)	38.27	77.95	82.64
MO ₂ (I)	82.73	84.80	89.65
MO ₂ (F)	78.43	80.39	88.36
L	76.65	71.68	77.86
T	22.17	42.22	77.62
CAS	63.79	75.60	82.57
A + F	87.79	77.48	81.88
A + S	94.04	74.83	80.16
MH + CAS	58.50	69.23	75.93
MO ₂ + CAS	99.77	88.90	85.43
MH + L	58.34	66.46	81.76
MO ₂ + L	67.86	69.77	80.19
T + M	16.73	35.54	67.85

¹ Ver as abreviações da Tabela 3.

soja. A soja foi melhor do que o feijão. A mistura de arroz com feijão ou soja foi melhor do que só feijão ou soja, e não foi diferente da caseína.

DISCUSSÃO

A fim de facilitar a discussão, juntamos os resultados num quadro ilustrativo conjunto cujo critério foi determinado arbitrariamente (descrito em material e métodos).

Considerando os valores obtidos com caseína como sendo 100%, aglomeramos as fontes protéicas utilizadas como: ótimo, bom, aceitável, regular e ineficiente. Desta forma apresentamos a seguinte Tabela 5.

Pela nossa classificação, as proteínas de milho opaco 2 integral, leite e as misturas de milho + caseína ou leite foram consideradas eficientes tanto para a manutenção (através do NPR) como só para crescimento (PER).

Em relação às proteínas de milho e feijão jalo, verifica-se que apesar de terem sido consideradas regulares e ineficientes para crescimento, para manutenção foram aceitáveis. Isto poderia ser explicado pelo teor de certos aminoácidos que são requeridos em quantidades maiores conforme a faixa etária dando diferente comportamento para manutenção e crescimento.

Ao compararmos os resultados baixos obtidos para feijão e trigo, observase que em relação à caseína os valores para consumo calórico, VB, PER e diferença de peso alcançaram: 81.34%; 98.68%; 10.68% e 9.50% respectivamente para feijão, e: 63.78%; 56.13%; 6.89%; e 14.78%, respectivamente para trigo. Esta análise para feijão sugere que enquanto a proteína é retida no organismo, a sua utilização é baixa, e isto deve ser causado pelo “desbalanço” devido à limitação de aminoácidos sulfurados; entretanto, é difícil explicar no momento a retenção nitrogenada com pouca utilização. Examinamos o colon, e mesmo tendo sido encontrado aumento de retenção no colon em relação a outras fontes protéicas, este resultado não chegou a dar conta do excesso retido e não utilizado. Já para o trigo, limitante em lisina e treonina houve também VB baixo. Os escores químicos para trigo e feijão são inferiores a 60 (57 e 46, respectivamente) enquanto que para milho, arroz e soja, são maiores do que 60 (63, 73 e 75, respectivamente) (14) – Portanto os resultados de valor protéico baixos obtidos para feijão e trigo devem ser causados por seus aminogramas “desbalanceados”.

Entretanto, a associação de duas fontes protéicas equilibra a distribuição aminoácídica, dando resultados melhores para as misturas.

Os resultados satisfatórios conseguidos para arroz concordam com os de Begum, Radhakrishnan e Pereira (5), obtidos através de observações em escolares.

A soja é limitante em aminoácidos sulfurados (escore 75) (14), e contém índice de ácidos graxos poliinsaturados/saturados (P/S) elevado (15).

A suplementação de mandioca melhorou os resultados obtidos só com trigo, entretanto desde que o aminograma não foi

TABELA 5
 EFICIENCIA PARA OS DIFERENTES PARAMETROS
 (ordem decrescente dos valores)

Classificação	Consumo calórico	Crescimento	IEC	PER	NPR	NDpCal	VB	Digestibilidade
<i>Ótimo</i> 100% (CAS)	L	MO ₂ + CAS	MO ₂ + CAS	MO ₂ + CAS	MO ₂ +CAS	MO ₂ + CAS	MO ₂ + CAS	MO ₂ (L)
	A	L	L	MH+ CAS	MO ₂ (I)	MO ₂ (I)	MO ₂ (I)	MO ₂ (F)
	L+ MO ₂	A+ S	MH+ CAS	L+ MO ₂	MH+ CAS	MH+ CAS	MH (I)	A
	A+ S	L+ MH	A+ S	MO ₂ (I)	L+ MO ₂	L	S	S
	MO ₂ + CAS	L+ MO ₂	—	L	L	L+ MO ₂	A	MO ₂ + CAS
	L+ MH	MO ₂ (I)	—	L+ MH	L+ MH	A+ S	MO ₂ (F)	MH (I)
	S	A	—	—	—	—	MH (F)	MH (F)
	MO ₂ (F)	—	—	—	—	—	A+ F	—
	MH+ CAS	—	—	—	—	—	—	—
	MO ₂ (I)	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bom</i> 75 a 100% (CAS)	A+ F	S	L+ MO ₂	A+ S	MO ₂ (F)	A	F	A+ F
	F	MH+ CAS	MO ₂ (I)	A	MH (F)	MO ₂ (F)	A+ B	L+ MH
	T+ M	A+ F	L+ MH	—	A	L+ MH	L	L+ MO ₂
	—	—	MO ₂ (F)	—	MH (I)	MH (F)	MH+ CAS	L
	—	—	—	—	—	—	L+ MH	L
	—	—	—	—	—	—	—	T
	—	—	—	—	—	—	—	MH+ CAS

(Cont.)

TABELA 5 (Continuação)

Classificação	Consumo calórico	Crescimento	IEC	PER	NPR	NDpCal	VB	Digestibilidade
<i>Aceitável</i>	MH (I)	—	—	S	A + F	F	—	—
	MH (F)	MO ₂ (F)	S	MO ₂ (F)	S	MH (I)	T	—
50 a 75% (CAS)	T	—	—	A + F	T + M	A + F	T + M	—
	—	—	—	—	A + F	F	—	—
	—	—	—	—	F	T + M	—	—
<i>Regular</i>	—	T + M	A + F	MH (I)	—	T	—	—
25 a 50% (CAS)	—	MH (I)	MH (I)	T + M	—	—	—	—
	—	T	T + M	MH (F)	—	—	—	—
	—	MH (F)	—	—	—	—	—	—
	—	F	—	—	—	—	—	—
<i>Ineficientes</i>	—	—	F	F	T	—	—	—
25% (CAS)	—	—	MH (F)	T	—	—	—	—
	—	—	T	—	—	—	—	—

IEC = Índice de eficiência calórica.

PER = Coeficiente de eficiência protéica.

NPR = Coeficiente de eficiência protéica líquida.

NDpCal % = Utilização líquida de proteína (em calorias %).

VB = Valor biológico.

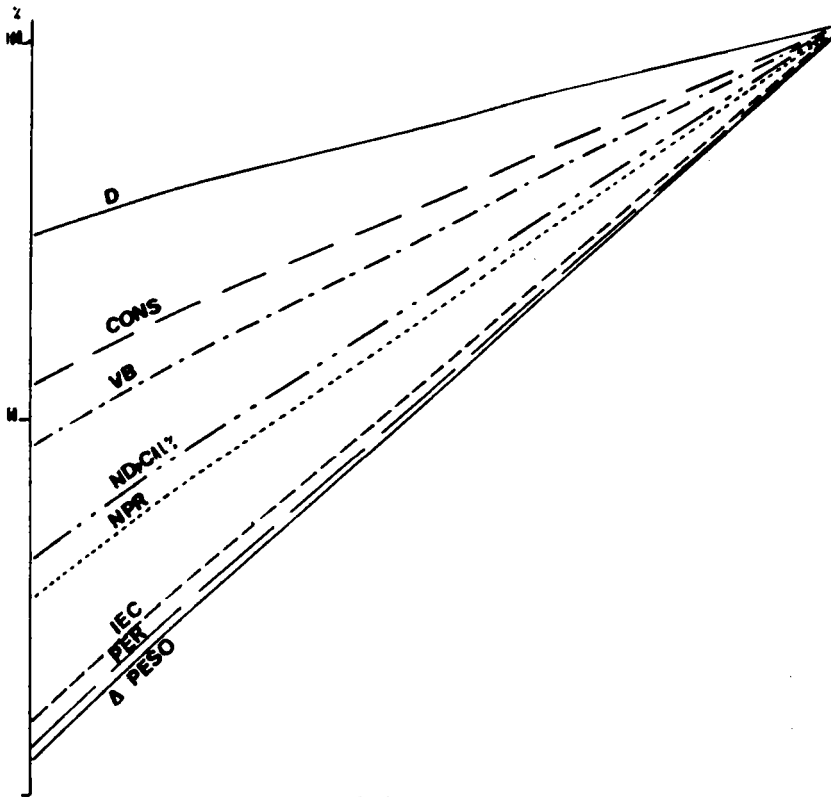
alterado, pois, a mandioca entrou com apenas 0,9% de proteína num total de 7%, estes resultados não podem ser interpretados pela melhoria das quantidades de aminoácidos essenciais; é possível que a qualidade do componente carboidrato tenha participação nesta melhoria, o que estaria de acordo com os achados de Rao (16).

Segundo Scrimshaw e cols. (17), o metabolismo proteico corporal se adapta as variações da ingestão proteica. A perda de nitrogênio urinário reflete o efeito resultante destes mecanismos; portanto a análise do balanço nitrogenado, do nitrogênio absorvido e retido são parâmetros de grande utilidade na avaliação do valor nutritivo de proteínas.

Diversos autores (18, 19) observaram que a ingestão de dieta desequilibrada em aminoácidos ocasiona diminuição do apetite, a qual é precedida de alteração aminoácida-plasmática, e este seria parte de um mecanismo homeostático no sentido de reduzir a ingestão voluntária deve ser também considerada. Examinando os valores do consumo calórico observa-se que as menores ingestões foram observadas para milho híbrido e trigo.

Comparando os índices obtidos com (arroz + feijão) e (arroz + soja) observa-se que para consumo calórico, crescimento, IEC, PER, NPR, NDpCal% os valores da mistura com soja foram superiores, enquanto que para digestibilidade e valor biológico a mistura feijão alcançou valores mais altos. Este fato merece ser comentado, e apesar da interpretação difícil, dentro dos conhecimentos atuais, sugere-se que a retenção nitrogenada maior no caso da mistura (arroz + feijão) não representa maior utilização, entretanto não encontramos explicação para estes resultados.

Nos diversos métodos seguidos, obtivemos diferenciações mais ou menos sensíveis. Assim, igualando os maiores resultados obtidos em cada parâmetro a 100, os menores resultados foram para: consumo calórico, 46.15%; diferença de peso, 5.97%; IEC, 8.22%; PER, 5.15%; NPR, 25.04%; NDpCal%, 30.91; VB, 47.49%; D, 75.68% ou seja, em ordem de eficiência decrescente para sensibilidade dos métodos classificados: diferença de peso > PER > IEC > NPR > NDpCal% > Consumo > VB > D (Fig. 1, 2, 3). Seguramente a (soja + arroz) representa alimento de alto valor nutritivo desde que para todos os testes utilizados no presente trabalho resultou com índices elevados em relação à caseína. Outra conclusão importante foi da vantagem da suplementação de trigo com mandioca.

**SENSIBILIDADE:**

PESO, PER, IEC > NPR, ND, GAL% > VB, CONS > D
(P < 0.01)

FIGURA 1

Sensibilidade dos diferentes métodos biológicos utilizados para avaliação do valor protéico dos alimentos. Diferença de peso, PER, IEC > NPR, NDpCal o/o > VB; consumo > D (P < 0.01). (Abreviações, as mesmas das Tabelas 3 e 4)

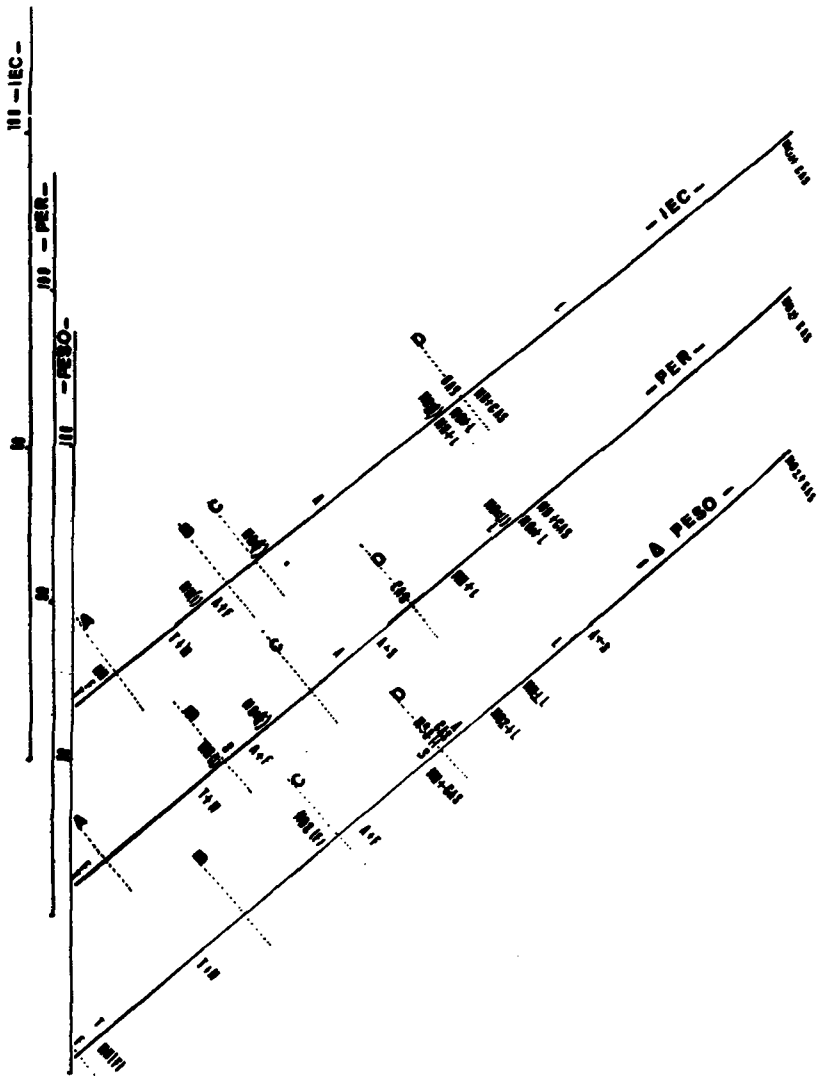


FIGURA 2

Comparação da classificação de diferentes fontes protéicas avaliadas por métodos diferentes: diferença de peso, PER, IEC: Assinala-se a classificação conforme Tabela 5, abaixo de: A = Ineficiente; B = Regular; C = Aceitável; D = Bom; acima de D = Ótimo. (Abreviações, as mesmas das Tabelas 3 e 4)

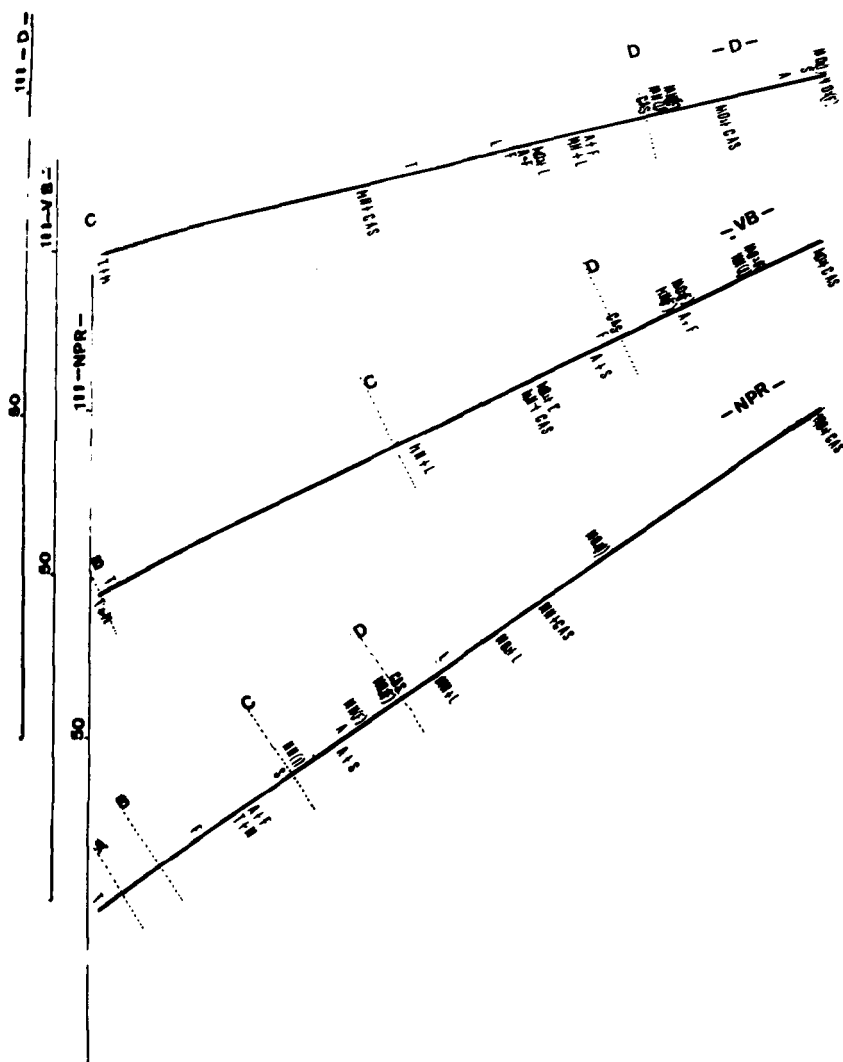


FIGURA 3

Comparação da classificação de diferentes fontes protéicas avaliadas por métodos diferentes: NPR, VB, D. Assinala-se a classificação conforme Tabela 5: abaixo de A = Ineficiente; B = Regular; C = Aceitável; D = Bom; acima de D = Ótimo. (Abreviações, as mesmas das Tabelas 3 e 4).

SUMMARY

SENSITIVITY OF SEVERAL BIOLOGICAL ASSAYS TO DIFFERENTIATE PROTEIN VALUE OF SOME FOODS

The nutritive value of proteins from different sources was studied. The value for PER, weight of the animals, IEC, NPR, $ND_{pCal}\%$, digestibility (D), and biological value (BV) was determined with diets containing 7% of total protein. The best results were obtained for milk, opaque-2 corn, rice and soybeans. The association of rice + soybeans was optimum. The results suggest also that it is advantageous to supplement wheat with cassava.

Comparison of the results obtained by the different biological methods, classified by sensitivity for different protein qualities, revealed that the best methods are weight gain, PER and IEC better than NPR and $ND_{pCal}\%$, which in turn were better than BV, food intake and D ($P < 0.01$).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecem também a colaboração de I.C.M. Terra e a colaboração técnica de P. A. Oliveira e J. S. da Rocha.

BIBLIOGRAFIA

1. Jansen, G. R. Seed as a source of protein for humans. Em: **Symposium on Seed Proteins**. G. E. Inglett (Ed.) (Chapter 3), Westport, Conn. AVI Publishing Co., 1972, p. 19-37.
2. Howe, E. E., G. R. Jansen & M. L. Ansom. An approach toward the solution of the world food problem with special emphasis on protein supply. **Am. J. Clin. Nutr.**, 20: 1134-1147, 1967.
3. Rao, M. M. & A. B. Morrison. Evaluation of protein in foods. II. Effects of caloric restriction. **Canad. J. Biochem.**, 44: 1365-1375, 1966.
4. Edozien, J. C., M. A. Rahinknan & C. I. Waslien. Human protein deficiency. Results of a Nigerian village study. **J. Nutr.**, 106: 312-328. 1976.
5. Begum, A., A. N. Radhakrishnan & S. M. Pereira. Effect of amino acid composition of cereal-based diets on growth of preschool children. **Am. J. Clin. Nutr.**, 23: 1175-1183, 1970.

6. Martins, I. S. Situação alimentar no Estado de São Paulo. *ABIA/SAPRO*, **37**: 26-36, 1978.
7. Bressani, R. & L. G. Elías. La calidad proteínica del maíz opaco 2 como ingrediente de dietas rurales de Guatemala. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **22**: 577-594, 1972.
8. Bressani, R., L. G. Elías, J. E. Braham & M. Eroles. Vegetable protein mixtures for human consumption. The development and nutritive value of INCAP Mixture 15, based on soybean and cottonseed protein concentrates. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **17**: 177-195, 1967.
9. De Angelis, R. C., N. Takahashi, C. M. Terra & L. A. Amaral. The recovery of rats from protein deficiency by feeding proteins from different sources. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **24**: 433-442, 1974.
10. Phillips, P. H. & E. B. Hart. The effect of organic dietary constituents upon chronic fluorine toxicosis in the rat. *J. Biol. Chem.*, **109**: 657-663, 1935.
11. Bender, A. E. & B. N. Doell. Biological evaluation of protein: a new aspect. *Brit. J. Nutr.*, **2**: 140-148, 1957.
12. Gornall, A. G., C. J. Bardawill & M. M. David. Determination of serum proteins by means of biuret reaction. *J. Biol. Chem.*, **177**: 751, 1949.
13. Albansese, A. A. *Newer Methods of Nutritional Biochemistry*. Vol. 1. New York, N. Y., Academic Press, 1963, p. 84.
14. FAO/US Department of Health, Education and Welfare. *Food Composition Table for Use in East Asia*, 1972.
15. Potter, J. M. & P. J. Nestel. Greater bile acid excretion with soy bean than with cow milk in infants. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**: 546-551, 1976.
16. Rao, C. N. & B. S. N. Rao. Influence of starches from different sources on protein utilization in rat. *Brit. J. Nutr.*, **40**: 1-8, 1978.
17. Scrimshaw, N. S. & Y. R. Young. Change of urinary nitrogen excretion in response to low-protein diets in adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **29**: 639-644, 1976.
18. Sanahuja, J. C. Efectos de las dietas desequilibradas en aminoácidos: sus proyecciones en la nutrición humana. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **23**: 279-290, 1973.
19. De Angelis, R. C. *Modelos Experimentais para Estudo de Carência Protéica: Função Absortiva Intestinal Apetite*. Tese (Livre Docência). Instituto de Ciências Biomédicas da USP, São Paulo, 1975.
20. Leung, P. M. B. & Q. R. Rogers. Disturbances in amino acid balance. Em: *Total Parenteral Nutrition: Premises and Promises*. H. Ghadimi (Ed.) New York, N. Y., John Wiley & Son Inc., 1975, p. 259-284. (Clinical Pediatrics, Maternal and Child Health Series).