

**BALANCO NITROGENADO EM PESSOAS ADULTAS E
ESTUDO EXPERIMENTAL EM RATOS ALIMENTADOS
COM ARROZ, FEIJÃO E FARINHA DE MANDIOCA
SUPLEMENTADA COM PROTEINAS**

Dorisdaia Carvalho de Humerez¹, José Eduardo Dutra de Oliveira²

Campus de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo
Ribeirão Preto - Brasil

RESUMO

Neste trabalho foram realizados balanços nitrogenados em adultos e estudado o valor nutritivo em ratos de uma dieta de arroz, feijão, farinha de mandioca e outros alimentos, suplementada com concentrados proteicos. Os suplementos proteicos usados foram a caseína (Ca), o isolado proteico de soja (IPS) e o resíduo seco da industrialização de leite de soja (RSLs).

Nossos resultados mostraram que, quando pessoas adultas recebiam a dieta que incluía a caseína, a absorção e retenção nitrogenada média era mais alta que no grupo que recebia isolado proteico de soja.

As pessoas que receberam a dieta contendo o resíduo seco de leite de soja tiveram retenção nitrogenada negativa e ele foi considerado pouco palatável pelos participantes do estudo.

Nos resultados dos ensaios em animais que receberam a mesma dieta oferecida às pessoas, a resposta nos tres grupos foi parecida verificando-se um valor nutritivo semelhante da alimentação, mesmo quando usamos o resíduo seco de leite de soja. Este fato nos alerta para o fato de que a resposta animal nem sempre pode ser extrapolada para o homem.

Os dados obtidos confirmaram através de balaços metabólicos a possibilidade de utilização da caseína e do isolado proteico de soja como um eventual suplemento proteico a ser adicionado á farijha de mandioca para consumo humano. Um resíduo de preparação industrial de leite de soja, embora apresentasse nos ratos um valor nutritivo semelhante aos outros dois, não foi tolerado e nao seria aconselhada a sua utilização na alimentação humana.

1 Auxiliar de Ensino da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto - U.S.P.

2 Professor Titular da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - U.S.P.

INTRODUÇÃO

A carência alimentar no mundo é fato documentado. Faz-se sempre considerações sobre a magnitude cada vez maior do problema que representa alimentar a população humana.

Ornellas em 1966 (1), baseado em relatórios da FAO, afirma que o Brasil figura entre os países do globo onde um terço dos habitantes apresentam deficiências calóricas e dois terços, carências de proteínas, minerais e vitaminas.

No Brasil, a região Nordeste que compreende cerca de 18% do território do país e 23 milhões de habitantes ou seja 32% de população é onde a problema nutricional é dos mais graves. Entre as plantas mais cultivadas nessa área está a mandioca, superada apenas pela cana de açúcar. A mandioca é aí o alimento básico da população. A intensidade de consumo é de tal ordem que a raiz é vendida nas margens das rodovias e especialmente nas cidades. O grande consumo da mandioca é entretanto feito sob a forma de farinha, alcançado 400 a 500 gramas de ingestão por dia e por pessoa (2).

Pela análise dos dados oficiais de produção de mandioca no Brasil, comparando-os aos de milho e arroz, pode-se avaliar a sua importância na vida dos brasileiros (Tabela 1).

TABELA 1
PRODUCAO ESTIMADA DE MANDIOCA, MILHO E
ARROZ NO BRASIL*

PRODUTO	ANO		
	1972	1973	1974
	T O N E L A D A S		
Mandioca	29.828.919	28.218.880	24.714.631
Milho	14.891.444	14.947.600	17.284.203
Arroz	7.824.231	6.699.882	6.482.920

* Equipe, Técnica de Estatística do Ministério de Agricultura

Por outro lado, dados sobre a produção total de farinha de mandioca no Brasil, são escassos, provavelmente devido a grande quantidade que é produzida em casa ou em pequenas indústrias.

A sua importância nutritiva prende-se ao fato de ser uma fonte de energia, dado que a qualidade e a quantidade de suas proteínas são praticamente desprezíveis. Tem um teor de 1,0 a

1,7 g % de proteína (3).

Vários trabalhos tem sido publicados usando a suplementação de certos alimentos básicos com proteínas, aminoácidos, vitaminas e sais minerais ou usando misturas de alimentos (4, 5, 6, 7, 8). O enriquecimento da farinha de mandioca não tem sido muito estudado, embora ela seja utilizada em grande quantidade na alimentação humana no Brasil e na África.

Se pudermos oferecer à população brasileira os mesmos alimentos a que estão habituados, porém melhorando sua qualidade nutricional, estaremos colaborando para elevar o seu estado nutricional e o nível geral de saúde.

O objetivo deste estudo foi verificar o valor nutritivo de uma dieta constituída basicamente de arroz, feijão e farinha de mandioca e de outros alimentos normalmente consumidos pela população nordestina de baixo nível sócio-econômico, suplementando a farinha de mandioca com 3 (tres) diferentes fontes proteicas.

O nosso estudo inclui a verificação de possíveis diferenças no valor nutritivo dessa alimentação através do balanço nitrogenado em humanos (9,10) e de experimentos em animais.

MATERIAL E METODOS

Dieta Experimental - A dieta incluía basicamente os alimentos consumidos pela população nordestina do Brasil, de baixo nível sócio-econômico: arroz, feijão e farinha de mandioca. A alimentação era servida em 3 refeições, como é o hábito regional, incluindo também café, açúcar, óleo, verduras e frutas.

A dieta foi calculada para fornecer em média 1 grama de proteína por quilo de peso corporal e de 2.000-2.500 calorias por dia. Essa dieta supre as necessidades de nutrientes recomendadas para o grupo em estudo, pela FAO/WHO e outros grupos internacionais.

A quantidade dos principais alimentos preparados e oferecida aos participantes do estudo, bem como a sua composição em proteínas e calorias é apresentada na tabela 2.

Suplementos: as fontes proteicas acrescentadas à farinha de mandioca foram produtos existentes e produzidos no Brasil: isolado proteico de soja (IPS), caseína (Ca) e resíduo seco da preparação industrial de leite de soja (RSLs). Esses produtos foram analisados em nosso laboratório quanto à composição em proteína fornecendo os seguintes resultados: IPS 81,71%, Caseína 82,32% e RSLs 19,32% de proteína. Não foram realizados estudos sobre composição centesimal e aminoácidos limitantes nesses produtos. Eles foram introduzidos na alimentação de maneira que fornecessem uma quantidade de proteína equivalente à do arroz e feijão. Isto correspondia a uma média de 28 gramas de caseína (23 g pro-

TABELA 2
ALIMENTOS DA DIETA E QUANTIDADE DE
PROTEINA E CALORIAS

Alimento	Quantidade gramas	Calorias	Proteína
Arroz cozido	400	436	6,8
Feijão cozido	200	236	16,4
Farinha mandioca	100	320	1,3
Oleo	80	707	—
Açúcar	60	230	—
Suco laranja	200	80	—
Torrada	20	68	2,0
Maça	100	58	tr
Alface	20	3	tr
Pepino	100	15	tr
Tomate	100	21	tr
Cenoura	100	42	tr

teína), 28 gramas de isolado proteico (23g de proteína) e 120 gramas do resíduo seco de leite de soja (23g de proteína).

A quantidade total de proteína da dieta era calculada de maneira que cerca de 50% do total eram fornecidos pelo arroz e feijão, sendo 70% da proteína do feijão e 30% da proteína do arroz. Os outros 50% da proteína eram fornecidos através dos suplementos proteicos adicionados à farinha da mandioca. Pequenas quantidades de proteína existentes nos outros alimentos consumidos eram levados em consideração através da sua análise. Todas essas proporções e quantidades foram baseadas em palatabilidade, hábitos locais e estudos metabólicos anteriores de nossos laboratórios em relação a misturas de arroz e feijão, bem como suplementação de farinha de mandioca com fontes proteicas locais.

Preparo da Alimentação: A alimentação era preparada da maneira usual, incluindo temperos, sal ou açúcar necessários para manter uma boa palatabilidade. A farinha de mandioca era pesada e os suplementos proteicos adicionados antes do uso. A quantidade total dos principais alimentos era repartida nas duas principais refeições diárias: almoço e jantar. Toda alimentação era preparada na cozinha dietética de nossa Unidade de Estudos Metabólicos.

Dosagem de Nitrogênio: a quantidade de nitrogênio de todos os alimentos e suplementos usados foi determinada pelo método de Kjeldahl. Também a quantidade de nitrogênio das fezes e urina foi determinada pelo mesmo método.

TABELA 3
BALANÇO DE NITROGÊNIO EM SETE INDIVÍDUOS COM UMA
DIETA BÁSICA ENRIQUECIDA COM ISOLADO PROTEICO
DE SOJA

Nome	Nitrogênio ingerido g/d	Excreção fecal g/d	Excreção urinária g/d	Nitrogênio absorvido g/d	Absorção como % da ingestão	Balço ou retenção g/d	Balço como % da ingestão
Z.M.	9,46	4,39	3,90	5,07	53	1,17	12
M.A.D.	9,46	5,19	4,59	4,27	45	- 0,32	-
A.R.S.	9,46	4,79	4,45	4,67	49	0,22	2
M.A.G.	9,54	1,76	4,65	7,78	81	3,13	32
M.V.	9,27	2,36	5,63	6,91	74	1,28	13
Z.M.	9,28	2,92	4,64	6,36	68	1,72	18
M.A.D.	9,28	1,57	4,83	7,71	83	2,88	31

Experimento em pessoas: Seis pessoas do sexo feminino, com idade entre 18 e 25 anos, pesando e medindo 49 Kg e 155 cm em média, funcionárias da Unidade de Estudos Metabólicos da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo (11), participaram voluntariamente do experimento, exercendo as suas atividades de rotina, sendo controladas e supervisionadas toda a sua alimentação. Elas foram submetidas a exames de laboratório (hematológico, parasitológico e urina), exame clínico e consideradas aptas a participarem da pesquisa. Todas as participantes eram treinadas para controlar estudos metabólicos em crianças e trabalhavam nessa função há muitos meses.

Técnica dos balanços metabólicos: Os balanços metabólicos foram realizados dentro da mais rigorosa técnica exigida para esses estudos (6, 7, 8, 9). O programa era supervisionado por uma enfermeira especializada no assunto. As pessoas que participaram dele estavam perfeitamente esclarecidas do andamento da experiência. Toda a alimentação era preparada em nossa cozinha metabólica. A ingestão de qualquer alimento era sempre anotada e amostras guardadas para análise de nitrogênio. Fezes e urina eram guardadas em recipientes separados conservadas em geladeira e congeladores, sendo em seguida enviadas para análise. Qualquer sobra de alimentos eventuais perdas de fezes, urina ou vômitos eram levados em consideração e analisados, a fim de ser ou não considerados válido o estudo realizado.

Grupos experimentais: As pessoas participantes foram divididas ao acaso em 3 grupos experimentais.

1. Grupo de farinha de mandioca com isolado proteico de soja (Grupo IPS);
2. Grupo de farinha de mandioca com caseína (Grupo Ca);
3. Grupo de farinha de mandioca com resíduo seco de leite de soja (Grupo RSLs).

Cada grupo foi planejado para incluir 7 (sete) balanços, sendo que a mesma pessoa poderia participar, por sorteio, de mais de um balanço. Esse desenho experimental foi planejado a fim de se poder verificar a eventual influência dos alimentos anteriores no período seguinte. Quando a mesma pessoa participaria de outro estudo, observava-se um intervalo de no mínimo sete dias entre eles. Todas as pessoas que participaram do estudo recebiam a dieta experimental durante um período de oito dias, sendo quatro dias de adaptação à dieta experimental e quatro dias de estudo metabólico, recebendo sempre a mesma dieta. Quando ocorria problemas de intolerância, diarreia, vômitos ou qualquer doença o estudo era interrompido.

Experiências em animais: As experiências em animais foram realizadas no sentido de serem verificados os efeitos das mesmas

TABELA 4
BALANÇO DE NITROGÊNIO EM INDIVÍDUOS ALIMENTADOS COM UMA DIETA BÁSICA ENRIQUECIDA COM CASEINA

Nome	Nitrogênio ingerido g/d	Excreção fecal g/d	Excreção urinária g/d	Nitrogênio absorvido. g/d	Absorção como % da ingestão	Balanço ou retenção g/d	Balanço como % da ingestão
R.O.C.	9,49	2,40	4,64	7,09	74	2,45	25
M.V.	9,49	2,29	4,58	7,20	75	2,62	27
M.A.D.	9,34	1,24	5,21	8,10	86	2,89	30
M.A.G.	9,01	2,92	4,92	6,09	67	1,17	12
Z.M.	8,97	2,16	4,95	6,81	75	1,86	20
M.A.G.	8,97	2,30	4,39	6,67	74	2,28	25
M.A.D.	8,97	1,29	4,82	7,68	85	2,86	31

TABELA 5

BALANÇO DE NITROGÊNIO EM PESSOAS RECEBENDO A DIETA BÁSICA E FARINHA DE
MANDIOCA SUPLEMENTADA COM RESÍDUO SECO DE LEITE DE SOJA

Nome	Nitrogênio ingerido g/d	Excreção fecal g/d	Excreção urinária g/d	Nitrogênio absorvido. g/d	Absorção com % da ingestão	Balço
M.U.	9,91	9,42	5,49	0,49	4	- 5,00
M.A.D.	9,20	7,48	6,37	1,72	18	- 4,65
M.A.G.	8,03	4,96	3,33	3,07	38	- 0,26

dietas consumidas pelas pessoas em ratos. Portanto a ração dos ratos era a mesma da alimentação humana. Ela era homogeneizada em liquificador, desidratada em estufa a 60°C e posteriormente moída e peneirada. Convertida em um pó fino, seco era oferecida aos animais, sem se acrescentar nenhum outro ingrediente.

Para esses experimentos utilizamos ratos brancos, recém-desmamados, tipo Wistar, do Biotério da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. O peso médio dos animais era de 40 gramas.

Determinação da utilização da proteína da dieta humana em ratos: Foi realizada em grupo de 6 ratos, sorteados ao acaso, que foram alimentados individualmente com as dietas secas dos grupos IPS, Ca e RSLs. Os animais uma vez separados em grupos, eram colocados em gaiolas individuais, pesados semanalmente e ao fim de 4 semanas eram sacrificados. O alimento e água eram fornecidos ad libitum. Pela ingestão de alimentos, seu conteúdo em proteína e aumento de peso dos animais, foi calculado um coeficiente de utilização da proteína de cada uma das dietas.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nos balanços nitrogenados dos participantes dos grupos que receberam isolado proteico de soja (IPS), caseína (Ca) e resíduo seco de leite de soja (RSLs) são apresentados nas tabelas 2, 4, 5 e 6.

Os resultados dos estudos de valor nutritivo em ratos dos grupos IPS, Ca e RSLs são apresentados na tabela 7.

TABELA 6

VALOR MEDIO E DESVIO PADRAO DOS BALANCOS NITROGENADOS REALIZADOS EM PESSOAS ADULTAS

Grupo	Nitrogênio ingerido g/d	Nitrogênio absorvido g/d	Balanco gN/d	Desvio Padrao
IPS	9,39	6,11	1,52	1,15
Caseína	9,17	7,09	2,30	0,63
R S L S	9,04	1,76	-3,30	2,64

DISCUSSÃO

Analisando a tabela 6 aonde são apresentados a média aritmética dos balanços nitrogenados das pessoas dos grupos cujas dietas

TABELA 7

VALOR NUTRITIVO OBTIDO EM RATOS ALIMENTADOS COM A DIETA BASICA SUPLEMENTADA
CON ISOLADO PROTEICO DE SOJA (IPS), CASEINA (Ca) E RESIDUO SECO DE LEITE DE SOJA (RSLs)

Grupo	Proteína na ração g%	Ganho de peso g	Ingestão total g	Eficiência alimentar ¹	Ingestão proteica	Utilização proteica ²
IPS	16,00	22	127	0,176	20,42	1,106
Caseína	15,75	24	115	0,183	18,21	1,210
RSLs	13,31	21	130	0,164	17,42	1,239

1 ganho peso ÷ ingestão total de alimentos

2 ganho peso ÷ ingestão proteica

foram suplementadas com isolados proteicos de soja (IPS), com caseína (Ca) e com resíduo seco de leite de soja (RSLs) podemos verificar que obtivemos resultados diferentes.

Os balanços nitrogenados das pessoas do grupo caseína foram positivos com média de retenção de $2,30 \pm 0,63$ g N, sendo que a ingestão média diária foi 9,17 g N.

No grupo do isolado proteico de soja houve uma maior variação nos resultados. Quase todos apresentaram balanço nitrogenado positivo e somente em uma das pessoas ele foi negativo. A média de retenção foi $1,52 \pm 1,15$ g N para uma ingestão de 9,39 g N.

Todos os 3 indivíduos pertencentes ao grupo resíduo seco de leite de soja (RSLs) nos quais conseguimos terminar os estudos apresentaram balanço nitrogenado negativo. Dois desses indivíduos MAG e MAD ao serem incluídos em estudos nos grupos caseína e IPS, após intervalos de sete dias, tiveram retenção nitrogenada negativa ou inferior a de seus outros balanços (MAG 12% e MAD negativo).

Esses fatos poderiam explicar a influência de dietas anteriores em balanços posteriores. Também é necessário salientar que os tres indivíduos do grupo resíduo seco do leite de soja, que conseguiram chegar ao término dos balanços apresentaram, às vezes, diarreia, náuseas e vômitos. Não podemos, portanto, afirmar que os balanços negativos estejam ligados somente a uma utilização diminuída da proteína.

Embora propuséssemos realizar sete balanços nitrogenados em cada grupo, foram feitos apenas tres balanços com resíduo seco do leite de soja pois ele dá um sabor desagradável e grande volume à dieta tornando quase impraticável o seu uso.

Na literatura não encontramos trabalhos de balanços de nitrogênio em adultos incluindo arroz, feijão e a farinha de mandioca como veículo para suplementação proteica, tornando assim difícil a comparação dos nossos resultados com os de outras suplementações.

Os resultados dos balanços nitrogenados, demonstraram de qualquer maneira um maior valor nutritivo da dieta quando a farinha de mandioca é enriquecida com caseína e isolado proteico de soja.

Os resultados obtidos nos ratos mostraram que quando eles são alimentados com as dietas dadas às pessoas eles ganham de 21 a 24 gramas em 28 dias. Propositadamente não realizamos o clássico coeficiente de utilização proteica (CUP ou PER) pois estamos interessados em obter informações sobre o valor nutritivo da dieta que foi oferecida as pessoas, mais do que da proteína da dieta.

O que é digno de nota em nossos resultados com os ratos é que o grupo resíduo seco de leite de soja (RSLs) teve uma utilização proteica semelhante a dos outros grupos ao contrário do que

verificamos no homem. Saliente-se no entanto que nos experimentos humanos as pessoas tinham que ingerir uma quantidade pré-determinada de alimentos e que nos animais o sistema de alimentação era ad libitum. Isto nos deve alertar que nem sempre é possível reproduzir o mesmo tipo de experimento em animais e no homem e que a extrapolação de resultados de um para o outro, nem sempre é possível e verdadeira.

A única referência na literatura que encontramos sobre o valor da farinha de mandioca na alimentação de ratos é o estudo Gruner (3), aonde ratos alimentados com uma ração onde a caseína entrava na taxa de 9% e a farinha de mandioca 50% ganharam de 41 a 82 gramas de peso durante um período de 3 meses.

Nossos resultados permitem considerar a viabilidade do enriquecimento da farinha de mandioca com caseína e isolado proteico de soja que demonstraram um bom valor nutritivo e aceitabilidade pelos indivíduos que participaram do experimento. O resíduo seco da produção industrial de leite de soja não foi bem tolerado pelo nosso grupo experimental humano.

Do ponto de vista nutricional a retenção média de nitrogênio obtida em indivíduos adultos pode ser considerada satisfatória e é semelhante à relatada nos estudos de Bricker e Lee & Howe (5,8).

Pode-se concluir que a caseína e o isolado proteico de soja poderiam ser eventualmente utilizados como suplementos proteicos a serem adicionados à farinha de mandioca para alimentação humana. Este enriquecimento, naturalmente, só seria possível de ser realizado em produtos industrializados.

SUMMARY

Nitrogen balance in adults and studies in rats fed rice, beans and manioc flour supplemented with proteins

Rice, beans and manioc flour are foods eaten daily in Northeast Brazil. Manioc flour is a source of energy, having a low protein content. There has been a great interest to supplement manioc flour with proteins.

The present study was planned to show the nutritive value of a basic diet including rice, beans, manioc flour and other local foods, supplemented with different sources of proteins. The experiment was carried out in humans and rats. The supplements used were casein (Ca), isolated soy protein (PS) and a dry residue of a soymilk preparation (RSLs).

Through nitrogen balance studies in adults it was shown that the diets with casein or isolated soy protein had a good absorption and retention of nitrogen. The addition of the soymilk residue resulted in a poor acceptance of the experimental diet; negative nitrogen retention was observed in the three persons who accepted the food and completed the balances studies.

The same diets offered to humans, with the same protein supplements, were fed to rats. The nutritive value measured in the animals were

similar, in all diets with all supplements, including the one with the dry residue of soymilk.

The present results call the attention to the problems of transferring animal results to humans. It was also discussed the possibility of adding casein or isolated soy protein as an eventual protein supplement to manioc flour for human feeding.

AGRADECIMIENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos Laticínios Mococa pelo fornecimento da caseína e do resíduo seco da preparação do leite de soja. À SANBRA pela doação do isolado de soja e à Comissão Nacional da Alimentação pelo financiamento desta pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

1. Ornellas, L. et al. - A indústria alimentar no combate à fome. *Prod. e Nutr. Rio de Janeiro* 4: 12-20, 1966.
2. Gonçalves, A.C. - A alimentação em algumas áreas urbanas e rurais do Nordeste. In: *Anais do SIBAN* (1o. Simpósio Brasileiro de Alimentação e Nutrição), Campinas, S.P., 1975, p. 61-62.
3. Graner, E.A. et al.- A Mandioca e o seu valor nutritivo. *O Hospital* 26: 879-894, 1944.
4. Bender, A.E. & Doell, B.H. - Biological evaluation of protein: a new aspect. *Brit. J. Nutr.*, 2: 140-147, 1967.
5. Bricker, M.L. et al.-The protein requirements of college women on high cereal diets with observations on the adequacy of short balances periods *J. Nutr.*, 37: 163-183, 1949.
6. Dutra de Oliveira, J.E.; Scatena, L. & Duarte, G.G. - Metabolic studies on the supplementary value of animal and vegetable protein. *Nutr. Dieta* 9: 249-258, 1967.
7. Dutra de Oliveira, J.E. & Souza, N.- **Metabolic studies with a corn and soya mixture for infant feeding.** 17: 197-206, 1967.
8. Lee, C.L. & Howe, J.M. - Nitrogen retention of young men fed rice with or without supplementary chicken, *Am. J. Clin. Nutr.*, 24: 318-323, 1971
9. Leichsenring, J.M. et al.- Methods used for human metabolic studies. *North Central Region Technical Bulletin* 225. Agr. Exper. Stat. University of Minnesota, 1958.
10. Meyer, F.L. et al.- **Metabolic studies in young men.** Research Laboratory of Human Nutrition. School of Home Economics. University of Alabama 1965.
11. Humerez, D.C. & Vendruscolo, D.M.S. - Unidade Metabólica Centro de Estudos e Pesquisas de Nutrição. *Rev. Bras. Enf.* 1: 71-81, 1974.