

Otimização de misturas alimentares

GERSON FERREIRA PINTO

Instituto de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

O presente trabalho considera a base teórica necessária para a otimização de misturas ricas em proteínas.

Programação linear é usada para a obtenção do custo mínimo, o melhor modelo de aminoácidos e um adequado teor proteico.

Testes biológicos permitem conclusões finais quanto ao valor nutritivo da mistura e seu custo mínimo.

O trabalho aponta ainda outras variáveis que podem ser consideradas em fase mais avançadas do programa.

INTRODUÇÃO

Inspira-nos êste estudo, a farta literatura existente que afirma do elevado valor nutritivo de misturas alimentares quando os aminoácidos essenciais do seus constituintes se complementam (1, 2, 3, 4, 5). Uma mistura de diversos alimentos contendo proteínas de baixo valor nutritivo pode atingir, quando devidamente planejada, um elevado valor biológico.

Não há necessidade de nos determos em explanações sôbre a importância dêste estudo, uma vez que é evidente sua aplicação (6, 7).

O problema da possibilidade de produção de alimentos de elevado valor biológico e baixo custo pode ser colocado na forma de obtenção de misturas de diversos alimentos,—sintéticos ou não—, minimizadas em seus custos de matéria prima, atendendo às exigências mínimas em seus nutrientes.

O problema embora possa ser focalizado nêsse aspécto geral, e inclusive a programação por nós proposta se presta para tal, devido às limitações de ordem econômica e considerando-se que dentre as necessidades alimentares as proteínas se colocam em primeiro plano (8), pode ser restringido à obtenção de misturas alimentares atendendo a um nível mínimo de seus aminoácidos essenciais, pelo menor custo possível. Nossa programação será feita visando misturas vegetais. Pode entretanto ser adaptada para incluir qualquer alimento de outra origem. Podemos também usar aminoácidos sintéticos (9, 10, 11).

Uma mistura dêste tipo deve atender aos seguintes itens principais:

- a—Conter os aminoácidos essenciais em quantidade tal que se conheça capaz de permitir o bom desenvolvimento do organismo humano. Podemos considerar como valor de comparação o padrão da FAO/OMS (12). Dessa forma teremos um cômputo proteico aproximado ao valor 100%, dependendo de nosso interêsse. Estaremos assim, já nesta fase, associando ao problema um dado numérico implícito relacionado com o valor biológico da proteína. A FAO/OMS em trabalho de 1966 (12) faz uma revisão de seu antigo padrão de proteína (13), modificando-o um pouco e tornando-o igual à proteína do ovo. Podemos adaptar o padrão de 1966 para o nosso problema. Convém observarmos que qualquer outro padrão que possa ser sugerido como adequado para o organismo humano, pode ser adaptado de forma a atender a presente programação.
- b—Ter baixo custo.
- c—Conter, de preferência, constituintes de baixo custo. Isto não é entretanto obrigatório, pois pode acontecer o caso de um constituinte não ter baixo custo e, no entanto, devido à proporção em que entra na dieta e ao teto mínimo desejado de proteína, minimizar a mistura quanto a seu custo. Isto pode acontecer com a complementação com aminoácidos sintéticos.
- d—Atingir a um teor de proteínas abaixo do qual não se verifica uma adequada eficiência proteica.
- e—Ser aprovada em testes de aceitabilidades corretamente programados e estatisticamente avaliadas.

f—Ter boa digestibilidade.

O problema pode ser abordado de duas formas: com a finalidade de atender à indústria de alimentos e com a finalidade de atender à formulações caseiras.

Para atender aos itens a/d, podemos dispor de técnica de programação linear (14) que nos permite minimizar o custo da mistura, atendendo à restrições impostas quanto ao teor de aminoácidos e proteico. Para atender ao item e, podemos dispôr de formulações idealizadas por nutricionistas ou mesmo de outras técnicas que procurem solucionar o problema sob êste aspécto. Para o atendimento do item f, podemos dispôr de testes biológicos com ratos ou outros animais.

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O problema inicial concentra-se em obtermos formulações atendendo aos itens a/d. Para tal devemos dispôr dos seguintes dados:

- 1—Quantidades de aminoácidos essenciais presentes em diversos alimentos;
- 2—Custos por unidade de massa dos diversos alimentos;
- 3—Teor de proteína desejado na mistura;
- 4—Padrão protéico de referência. Como já dissemos anteriormente, consideraremos o padrão da FAO/OMS de 1966.

Podemos então, de posse dos dados acima, organizar a seguinte tabela para uso do método matemático de programação linear:

TABELA 1

Alimento	Teores de aminoácidos essenciais/kg alimento						ei	Custo/k Pi
	Threon.	Lisín.	Methion.	Tript.	etc...	...		
	ai	bi	ci	di	...	...
1	a1	b1	c1	d1	...	...	e1	P1
2	a2	b2	c2	d2	...	...	e2	P2
3	a3	b3	c3	d3	...	...	e3	P3
4	a4	b4	c4	d4	...	...	e4	P4
...

Sejam A, B, C, D, etc., os teores de aminoácidos da FAO após conversão para um alimento hipotético com teor proteico estabelecido; e_i é a relação (E/T) entre aminoácidos

Como o fator que geralmente transforma proteína em nitrogênio é 16.10^{-2} (gN/g prot), então se $(A/T)_i$ é dado em mg amin/g N prot., vem:

$$a = 16.10^{-5}.f. (A/T)_i \quad (\text{g amin./kg alim.})$$

Da mesma forma podemos escrever para o padrão da FAO:

$$A = 16.10^{-5}.f. (A/T) \quad (\text{g amin./kg alim.})$$

Para tornarmos as unidades de (E/T) coerentes com as de xi, temos que transformá-las para a forma e_i ou E . Para tal:

$$e_i = 16.10^{-2}.f. (E/T)_i \quad (\text{g amin. essen. total/kg alim.})$$

Da mesma forma podemos escrever para o padrão da FAO:

$$E = 16.10^{-2}.F. (E/T) \quad (\text{g amin. essen. total/g alim.})$$

Com a programação estudada, podemos obter misturas de alimentos atendendo às restrições impostas, pelo mínimo de custo de matéria prima.

Embora o valor biológico das misturas assim obtidas deva ser elevado, devemos verificar tal fato através de testes biológicos. Tais testes não apenas nos indicarão as misturas de alto valor nutritivo como também nos permitirão concluir qual das misturas de alto valor biológico é a mais barata. Nos indicarão também, no caso do uso de alimentos não convencionais, possíveis efeitos biológicos negativos.

Podemos fazer várias programações sendo que cada uma correspondente a um teor proteico fixado F . Uma vez obtidos os valores de xi que minimizem o custo para cada uma dessas programações, podemos numa segunda etapa determinar os PER para as diversas misturas com valores variados de teor proteico F . De posse destes dados, podemos lançar a curva "custo mínimo X PER", como indicado na Fig. 1. Essa curva nos permitirá uma observação crítica do teor proteico de menor custo e maior PER. Assim, otimizaremos a mistura também com relação ao seu valor nutritivo.

Convém notar que qualquer índice indicativo do valor bio-

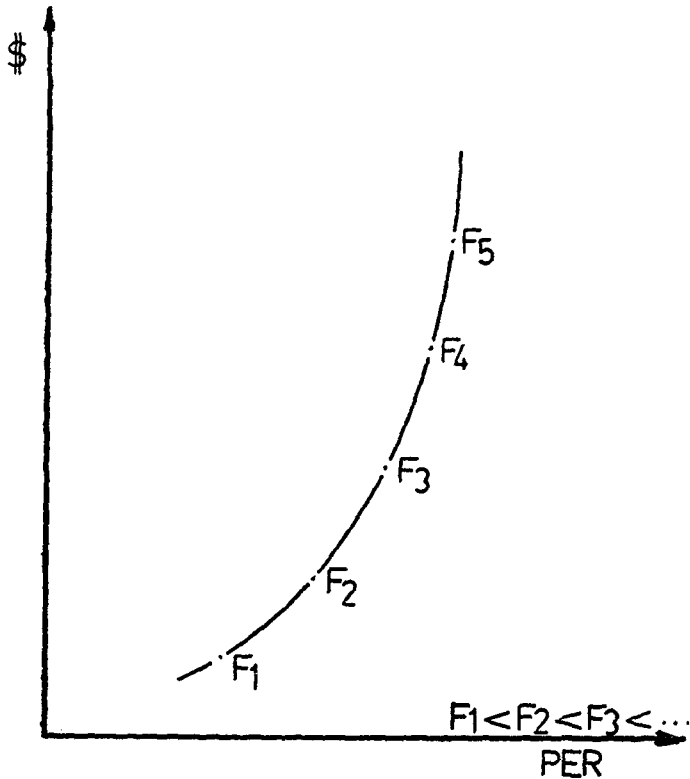


Fig 1

lógico pode tomar o lugar de PER na curva ao lado. Estes testes atendem também ao item f.

É provável não obtermos uma curva contínua como a aqui representada mas sim pontos em duas regiões distintas. Uma região onde os PER são indicativos de baixo valor biológico e/ou baixo teor proteico da mistura, e outra região onde os PER são elevados e indicam que a mistura tem alto valor nutritivo. De qualquer forma, é possível obtermos indicação da mistura de menor custo e elevado PER.

O problema de tornar a mistura com sabor agradável, sómente pode ser abordado durante a própria pesquisa. Será um problema à parte de reconhecida dificuldade.

Padrão de Aminoácidos

Em 1958 foi proposta pela FAO uma proporção entre os aminoácidos essenciais para o homem o mais a tirosina e cistina (13). Essa relação foi considerada como a "proteína padrão da FAO de 1957". A Tabela 2 apresenta essa proporção dada em mg de aminoácido por g de nitrogênio total. A esse tipo de relação chamaremos (A/T).

Vários pesquisadores usaram esse padrão para pesquisas com organismo humano (12). Concluíram que o padrão tinha em taxas elevadas a metionina, triptofano e lisina. É sabido que uma sobrecarga de um aminoácido essencial, produzindo desequilíbrio na utilização do mesmo, pode ser prejudicial.

Novo trabalho da FAO/OMS, agora em 1966 (12) faz uma revisão da padrão atendendo áquelas observações, e propõe como novo padrão uma relação que chamaremos "padrão da FAO de 1966".

O padrão de 1957 tinha uma relação entre o total de aminoácidos essenciais e o nitrogênio total, relação chamada (E/T), bastante inferior à da maioria das proteínas de origem animal e de muitas de origem vegetal, como pode ser observado na Tabela 3.

O padrão de 1966 foi proposto pela relação entre cada aminoácido essencial e o total de aminoácidos essenciais em mg/g, relação chamada (A/E). Esta relação pode ser observada na Tabela 4.

A transformação da forma (A/E) para a forma (A/T) é simples:

$$(A/T) = (A/E) \cdot (E/T)$$

Portanto há necessidade de fixarmos um valor para (E/T). Podemos considerá-lo na base do padrão de 1957: (E/T) = 2,02.

Exemplificando para a isoleucina:

$$(A/T) \text{ (isol.)} = (E/T) \cdot (A/E) = 2,02 \cdot 129 = 260 \text{ mg amin/g N prot.}$$

Assim construímos a coluna para o "padrão de 1966" na Tabela 2.

Mas no trabalho de 1966 não está explícito se a relação (E/T) proposta para o padrão de 1957 se mantém como ideal. Em nossa programação uma das equações restrições visa jus-

tamente fixar o valor (E/T) sempre superior ou no mínimo igual ao valor proposto para o padrão de 1957. Poderíamos fixar qualquer outro valor entre 2.02 e 3.22 que corresponde ao ôvo que sabemos ser de elevado valor nutritivo. Preferimos porém o primeiro valor por nos dar maior flexibilidade na solução prática do problema e porque também deve ser um valor razoável pois senão não pertenceria a um padrão de proteína da FAO. Entretanto, se outro valor for melhor indicado, pode ser adaptado ao problema. Na solução teórica do problema, se fixássemos esse valor mais elevado, seria mais interessante, como veremos adiante.

DISCUSSÃO

Convém notarmos que o problema como foi formulado teve a necessidade da introdução do termo "teor de proteína" para a transformação da relação (A/T) de cada aminoácido com relação ao alimento mistura.

Os valores de A, B, C, etc., podem ser alcançados pelo aumento da relação (E/T), (A/E) ou do teor proteico (F) —se permitirmos pequena variação—, isso porque:

$$A = 16.10^{-5}.F. (A/T) = 16.10^{-5}.F. (E/T) (A/E) \\ \text{(g amin/kg alim)}$$

Da mesma forma:

$$E = 16.10^{-2}.F. (E/T) \\ \text{(g amin essenc/kg alim)}$$

Assim, para o uso do padrão da FAO de 1966 temos necessidade de transformá-lo na forma do padrão de 1957. Surge então a vantagem do uso do fator K assim definido:

$$K = F. (E/T).$$

Consideremos as equações do tipo (1) e (2) da programação:

$$\sum x_{iei} \geq A \quad (1)$$

$$\sum x_{iei} \geq E \quad (2)$$

Sabemos que:

$$A = (A/E) (F) (E/T) .16.10^{-5} = (A/E) (K) .16.10^{-5}$$

$$E = (F) (E/T) .16.10^{-2} = (K) .16.10^{-2}$$

Consideremos com índice m as grandezas relacionadas com o alimento mistura e com índice p as relacionadas com o alimento hipotético padrão.

Se $F_m = F_p$ a equação (2) realmente limitará a relação $(E/T)_m = (E/T)_p$.

Se permitirmos uma pequena variação de F_m a equação (2) será atendida quando: $E_m \geq E_p$ ou seja $K_m \geq K_p$. Para que isto ocorra:

- 1º caso: $\left\{ \begin{array}{l} F_m \geq F_p \\ (E/T) \geq (E/T)_p \end{array} \right.$ Satisfaz a programação
- 2º caso: $\left\{ \begin{array}{l} F_m \leq F_p \\ (E/T) \geq (E/T)_p \end{array} \right.$ Impossível pela equação $\sum x_i f_i = F$
- 3º caso: $\left\{ \begin{array}{l} F_m < F_p \\ (E/T) < (E/T)_p \end{array} \right.$ Nesse caso a programação não satisfaz

nossa intenção de fixar um valor mínimo para $(E/T)_m$ igual ao padrão. Entretanto o desvio pode ser pequeno se fixarmos um valor de y pequeno:

$$\begin{aligned}
 &K_m \geq K_p \\
 &F_m \cdot (E/T)_m \geq F_p \cdot (E/T)_p \\
 &\text{Porém, no máximo } F_m = y F_p \\
 &y F_p (E/T)_m \geq F_p (E/T)_p \qquad y (E/T) \geq (E/T)_p
 \end{aligned}$$

O menor valor de $(E/T)_m$ que satisfaz a esta equação é:

$$\begin{aligned}
 (E/T)_m &= (1/y) (E/T)_p & (E/T)_m / (E/T)_p &= (1/y) \\
 \text{desvio} &= ((E/T)_m - (E/T)_p) / (E/T)_p = (1-y)/y
 \end{aligned}$$

Assim, negligenciando-se esta pequena variação do terceiro caso, podemos considerar que realmente a equação (2) limita $(E/T)_m = (E/T)_p$. Nossa programação básica entretanto fixa o valor de $F_m = F_p$.

Uma vez a equação (2) realmente satisfazendo nossa intenção de fixarmos $(E/T)_m = (E/T)_p$, discutamos a equação (1). Ela será atendida quando:

- 1º caso: $\begin{cases} (A/E)_m \geq (A/E)_p \\ K_m \geq K_p \end{cases}$ Nesse caso o "cômputo proteico" da mistura é superior ou no mínimo igual a 100%. Apenas não será interessante se $(A/E)_m \gg (A/E)_p$. Esse caso entretanto acreditamos ser pouco provável de acontecer na prática.
- 2º caso: $\begin{cases} (A/E)_m \geq (A/E)_p \\ K_m \geq K_p \end{cases}$ Impossível pela equação (2).
- 3º caso: $\begin{cases} (A/E)_m < (A/E)_p \\ K_m < K_p \end{cases}$ Nesse caso nossa intenção não é satisfeita pela programação. Entretanto o cômputo proteico será reduzido apenas a uns 70% aproximadamente, pois:

Da equação (1), vem:

$$A_m \geq A_p \therefore F_m(A/E)_m(E/T)_m \geq F_p(A/E)_p(E/T)_p$$

para $F_m = F_p$ vem: $(A/E)_m(E/T)_m \geq (A/E)_p(E/T)_p$
 porém: $K_m \geq K_p$ para $F_m = F_p$ vem: $(E/T)_m \geq (E/T)_p$

Provavelmente na prática $(E/T)_m$ não deve estar muito mais alto que $(E/T)_p$. No trabalho da FAO de 1966, de onde tiramos a Tabela 3, é possível observarmos que o alimento vegetal que tem esse valor mais alto é o feijão branco:

$(E/T) = 2.79$. Não temos no momento outros dados que nos permitam verificar se esta afirmativa é real, entretanto acreditamos que seja um valor bastante elevado para vegetais, e provavelmente uma mistura vegetal dificilmente atingirá esse valor. Consideraremos para nossa orientação esse valor como um valor máximo.

Assim, o maior valor de $(E/T)_m = 2.79$ o que corresponderá a um desvio do padrão que estamos considerando de:

$$\frac{((E/T)_m - (E/T)_p)}{(E/T)_p} = \frac{2.79 - 2.02}{2.02} = \frac{0.77}{2.02} = 0.38$$

desvio = 38%

Assim: $(E/T)_m = 1.38(E/T)_p$ no limite máximo \therefore substituindo este valor na equação acima vem:

$$(A/E)_m(E/T)_p \cdot 1.38 = (A/E)_p(E/T)_p$$

$$(A/E)_m = (1/1.38)(A/E)_p$$

$$(A/E)_m(A/E)_p \geq (1/1.38) = 0.72$$

cômputo proteico = 72%

No caso de permitirmos uma variação de 10% para F_m o cômputo proteico cairá para 66%. Evidentemente êste é um caso extremo; todas as demais situações dão cômputos proteicos superiores a êste valor.

Baseados nêstes resultados, podemos escolher para padrão de comparação o valor $(A/E)'_p = 1.38(A/E)_p$. Nesse caso, na pior situação o cômputo proteico será 100% (considerando $F_m = F_p$). Essa escolha entretanto deve ser ditada pela prática.

CONCLUSÃO

Um trabalho que pretenda realizar o que aqui é abordado teóricamente, deve ser dividido em quatro fases principais:

- 1—obtenção de dados,
- 2—programação e obtenção de misturas de custo mínimo,
- 3—testes biológicos e obtenção de misturas de custo mínimo,
- 4—correção de eventuais caracteres organolépticos desagradáveis.

Uma quinta fase poderia ser incluída, qual seja, a promoção do produto e a sua introdução no mercado. Embora esta fase seja de grande importância, podendo inclusive ser limitante do êxito do trabalho, não a incluiremos aqui por não depender, como as acima, de laboratório.

O trabalho inicial deverá consistir de uma pesquisa bibliográfica sôbre os teores dos aminoácidos dos alimentos, dos seus teores proteicos e dos seus custos por unidade de massa. Nesses dados coletados podem constar os aminoácidos sintéticos, e outros alimentos não convencionais como a tórula (15), milho opaco-2 (16), etc.

Como a literatura é pobre com relação a êsses dados em alimentos nacionais, deverá seguir-se uma análise química dêstes constituintes em diversos alimentos.

Um fator importante que não foi levado em conta na presente programação é a digestibilidade de cada componente presente na mistura (4). Isto entretanto, embora represente no aspecto prático um maior volume de trabalho de labora-

tório, não apresenta dificuldades, pois pode ser contornado multiplicando-se o teor proteico de cada alimento constituinte da mistura pela digestibilidade da mesma, e êste ser considerado como o "teor proteico disponível".

Outro dado que poderia ser considerado é a "disponibilidade" dos aminoácidos nos constituintes da mistura. Para a mistura entretanto o problema parece estar resolvido com auxílio da curva "custo mínimo x valor biológico".

Poderemos também, dentro da programação, incluir outros nutrientes como lipídios, sais minerais, vitaminas, etc., desde que conste nas equações restrições (mais corretamente inequações) aquelas correspondentes aos mínimos necessários desses nutrientes, para o organismo humano. O problema continuará numa mesma forma, apenas contendo maior número de equações e variáveis. Nesse caso, deveremos colocar na matriz principal alguns alimentos pobres em proteínas mas ricos em outros nutrientes desejados, como por exemplo, óleos comestíveis, etc. Esta programação tem a vantagem de formular misturas não somente completas com relação aos aminoácidos essenciais, mas também com relação a outros nutrientes.

É importante que um trabalho prático baseado neste estudo teórico aqui apresentado, tenha natureza dinâmica, isto é, periodicamente deverá ser reformulado com relação aos novos custos de alimentos. Convém também notar que o problema como formulado minimiza o custo da mistura com relação à matéria prima, mas não inclui custos de mão de obra, etc. Pode acontecer o caso de devido à grande quantidades de matéria prima a misturar, o custo de mão de obra, etc., se torne elevado encarecendo bastante o produto acabado.

Para evitar elevações de custo proveniente de transportes, etc., seria conveniente a abordagem do problema segundo regiões.

TABELA 2 - Relação (A/T)

Aminoácido	FAO	Leite	Leite	Ovo	FAO
	1957	Vaca	Humano	Galinha	1966
Isoleucina	270	407	411	415	260
Leucina	306	630	572	553	347
Lisina	270	496	402	403	252
Fenilalanina	180	311	297	365	230
Tirosina	180	323	355	262	164
Cistina	126	57	134	148	93
Metionina	144	154	140	197	123
Treonina	180	292	290	317	200
Triptofano	90	90	106	100	63
Valina	270	440	420	454	285

TABELA 3 - Relação (E/T)

Fonte de Proteína	(E/T)	Fonte de Proteína	(E/T)
Caseína	3,25	Farinha de Soja	2,58
Ovo de galinha	3,22	Espinafre	2,50
Leite de vaca	3,20	Farinha de "sésamo-idi"	2,47
Leite Humano	3,13	Aveia	2,30
Fígado de Boi	2,94	Centeio	2,17
Coração de "	2,85	Semente de algodão	2,15
Músculo de "	2,79	Semente de girasol	2,11
Feijões brancos	2,79	Farinha de amendoim	2,08
Farinha de milho	2,78	Farinha de trigo branca	2,02
Eleucino coracana	2,75		
Batatas	2,70	Padrão da FAO de 1957	2,02
Filote de "cerdo"	2,67		
Pescado	2,66	Glúten do trigo	1,99
Arroz	2,61	Farinha de mandioca	1,31
"Guisantes"	2,59	Gelatina	1,05

TABELA 4 - Relação (A/E)

Aminoácido	FAO	Leite	Leite	FAO
	1957	Vaca	Humano	1966
Isoleucina	134	127	132	129
Leucina	152	196	184	172
Lisina	134	155	128	125
Fenilalanina	89	97	114	114
Tirosina	89	100	112	81
Cistina	62	17	43	46
Metionina	71	48	44	61
Treonina	89	91	99	99
Triptofano	45	28	34	31
Valina	134	137	147	141

NOMENCLATURA

- (A) Teor de cada aminoácido no alimento mistura ou padrão, em g de aminoácido/kg de alimento.
- (ai) Teor de cada aminoácido nos alimentos constituintes da mistura, em g de aminoácido/kg de alimento i.
- (A/E) Relação entre cada aminoácido essencial e o total de aminoácidos essenciais, definida pela FAO em mg de aminoácido/g de aminoácidos essenciais totais.
- (A/T) Relação entre cada aminoácido e o total de aminoácidos, definida pela FAO em mg de aminoácido/g de nitrogênio proteico.
- (E) Teor do total de aminoácidos essenciais no alimento mistura ou padrão e mg de aminoácidos essenciais totais/kg de alimento.
- (ei) Teor do total de aminoácidos essenciais nos alimentos constituintes da mistura, em g de aminoácidos essenciais totais/kg de alimento i.
- (E/T) Relação entre o total de aminoácidos essenciais e os aminoácidos totais, definida pela FAO em g de aminoácidos essenciais totais/g de nitrogênio proteico.
- (F) Teor de proteína na mistura de alimentos ou no padrão, em g de proteína/kg de alimento.
- (fi) Teor de proteína nos alimentos constituintes da mistura, em g de proteína/kg de alimento i.
- (xi) Proporção de alimento i na mistura, em kg de alimento i/kg de mistura.
- (y) Fator adimensional.

Indices:

- (i) Designativo dos alimentos constituintes da mistura.
- (m) Referente à mistura.
- (p) Referente ao padrão.

SUMMARY

Optimization of food mixtures

The necessary theoretical basis to get optimization of protein rich mixtures through a project of computerized methods is discussed. Linear programming technique is used to obtain the minimal costs, the best amino acid pattern and an adequate crude protein value. Other variables that must be considered in more advanced phases of program are pointed out.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Scrimshaw, N. S. & R. Bressani.—Vegetable protein mixtures for human consumption. Fifth International Congress on Nutrition, 2, september 1-7, Washington, D. C., 1960.
- (2) Scrimshaw, N. S., M. Behar, C. Pérez & F. Viteri.—Problemas nutricionales en niños de Centro América y Panamá. *Bol. of San. Pan.*, 42: 244-263, 1957.
- (3) Scrimshaw, N. S. & R. L. Squibb.—Agricultural implications of the protein nutrition problem. *Reimpreso do Turrialba*, 2: N° 2, 44-46, 1952.
- (4) Chaves, N.—Proteínas vegetais e trópicos. Imprensa Universitária, Recife, 1963.
- (5) Scrimshaw, N. S., R. Bressani, M. Behar, D. Wilson & G. Arroyave. Una mezcla vegetal, rica en proteínas y de bajo costo, para consumo humano. Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Publicaciones Científicas N° 136, 249-250, 1966.
- (6) Silva, W.—Boletim Informativo da Comissão Nacional de Alimentação, 3, 1, 1968.
- (7) Boletim Informativo da Comissão Nacional de Alimentação, 3, 15, 1968.
- (8) Monteiro, A. M.—Produção e consumo de alimentos no Brasil. Problemas sócio-econômicos, N° 10-11, 9-28, 1967.
- (9) Ajinomoto do Brasil, S/A Industria e Comércio.—Lisina para fortificação de cereais. Pesquisa sôbre o problema de proteínas no Brasil, S. F., 1970.
- (10) Neto, J. S. A.—Da adição de aminoácidos sintéticos às misturas hiperprotéicas industrializadas. *Revista Brasileira de Farmácia*, Ano LI, N° 1, 11-23, 1970.
- (11) Barnes, L. A., R. Kaye & A. Valyasevi.—Lisine and potassium supplementation of wheat protein. *Amer. J. Clin. Nutrition*, 9: 331-344, 1961.
- (12) FAO, OMS.—Necesidades de proteínas. Informe N° 37 da série de informes técnicos N° 301, 1966.
- (13) FAO.—Necesidades en proteínas. Colección FAO. Estudios sobre Nutrición, N° 16, Roma, 1958.
- (14) Hadley, G.—Linear programming, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., London, 1965.
- (15) Filgueiras, G.—Obstáculos ao incremento da produção e do consumo no Brasil de alimentos proteicos de origem vegetal e de proteínas de fontes não convencionais. Incentivos necessários ao desenvolvimento do setor. Trabalho apresentado no encontro Governo-Empresas para solução do problema de proteínas, na Guanabara a 12-5-1970.
- (16) Não publicado.
- (17) Pion, R.—Amino acides, peptides, proéines. Cahier N° 4, pág. 87, Société de Chimie Organique et Biologique, A.E.C., Paris, 1960.