

# Novas Fontes de Nutrição para Combater o Problema Mundial de Alimentação\*

---

HANS-DIEDRICH CREMER

Professor de Nutrição Humana no  
Instituto de Ciência da Nutrição —  
Universidade de Giessen

O problema mundial de alimentação deve ser resolvido quer pelo controle do crescimento populacional quer pelo aumento e uso adequado das provisões de alimento. Sugestões tais como fiscalizar o crescimento da população não podem partir de nutricionistas, mas sim de estudiosos das áreas tais como pesquisa de população, sociologia e política. Mais ainda, são os países atingidos que devem lançar suas idéias sobre o problema, ao invés de aceitar aquelas que vêm de fora. Por estas razões o presente estudo abstém-se de tratar do problema do controle da natalidade. Antes, considera as possibilidades de desenvolver novas fontes de alimento, particularmente as não convencionais, a partir do ponto de vista de um cientista nutricionista.

## O problema do suprimento de proteína

Seria de particular benefício para a nutrição das populações em muitos países em desenvolvimento se houvesse concentração de esforços no sentido de se obter, na produção agrícola, víveres com alto índice de proteína. Estas colheitas, principalmente os vários legumes, embora até hoje mesmo aqueles preferentemente cultivados, encontram-se longe de serem produzidos em quantidades consideradas suficientes do ponto de

---

\* Transcrito de *Applied Sciences and Development*, vol. 6, 1975, com autorização do Institute for Scientific Co-operation, Tübingen, Federal Republic of Germany.

vista nutricionista. Sabe-se agora que, geralmente, a própria deficiência de proteína abrange o problema da nutrição com que se defrontam os países em desenvolvimento. Nos países altamente industrializados recomenda-se 0,8 — 0,9 g de proteína por quilo de um adulto, enquanto que, para os organismos em crescimento, maiores quantidades, até 2 — 3 g/kg são recomendadas. Cerca de um terço da dieta de proteínas deveria provir de fontes animais. Isto, contudo, aplica-se principalmente aos países industrializados. Seria irreal e até absurdo desejar-se que estas recomendações fossem aplicadas, na mesma medida, às populações que vivem primordialmente de dietas vegetais e querer exigir-se um aumento imediato nas suas produções de alimentos de origem animal. Tais medidas iriam certamente diminuir o suprimento de proteínas nutritivas de que dispõem agora. Se as provisões de alimentos e, particularmente as de proteínas são inadequadas, o homem e os animais agrícolas começarão a competir pelas quantidades existentes. Não se pode esquecer que há uma perda real de calorías e proteínas se os produtos vegetais que podem servir de alimento para o homem forem consumidos pelos animais. A perda ocorrida na transformação do vegetal em produto animal é de 85-90 por cento. Assim sendo, a criação de animais opera com uma eficiência de conversão de no máximo 10-15%. Por outro lado, novos métodos de alimentação de animais mostraram que esta perda, pela transformação, pode ser reduzida, devido à descoberta de que pequenas quantidades de certos elementos protéicos (aminoácidos, metionina e lisina) algumas vitaminas (por exemplo, a vitamina B<sub>12</sub>) e certos minerais e “partículas de elementos fundamentais” (*trace elements*) podem afetar o índice de crescimento de aves e porcos. Outros aditivos alimentares, tais como antibióticos, coccidiostáticos e hormônios apresentaram também efeitos favoráveis no seu crescimento. Estes aditivos são comparativamente de baixo custo, tendo em vista as vantagens do crescimento mais rápido do animal e sua reduzida mortalidade. Assim, há a possibilidade de melhorar a produção de carne de galinha e de porco, ainda mais criando os animais num ambiente completamente artificial (por exemplo, encubadeiras) e abatendo-os enquanto estão ainda relativamente novos, antes que a média do crescimento caia consideravelmente. Resta saber se estes métodos — agora largamente empregados nos Estados Unidos e Europa — podem ter sucesso nos países em desenvolvimento.

Se uma população deseja obter 40% de sua alimentação de fontes animais, como nos países altamente industrializados, então para isto deve produzir três vezes o que produzem as populações que consomem os seus produtos vegetais diretamente.

Por outro lado, há um número de casos excepcionais onde o alimento que não pode ser consumido diretamente pela população humana é dado para o gado destinado à produção de laticínios e carne. Isto é, aplica-se nas grandes áreas de pastagens do Chile e também em Cuba, onde os resíduos ou subprodutos manufaturados do açúcar (melaço) têm sido usados com grande sucesso para a alimentação do gado e outros animais de fazenda. Em áreas onde a criação de gado e a utilização de seus produtos são deficientes a ponto de não se encontrar leite ou carne em quantidade adequada, a população vive principalmente de uma dieta vegetal. Nas regiões onde o alimento básico não consiste de cereais mas de raízes e tubérculos — dos quais os principais componentes são carboidratos que contêm uma proporção muito pequena de proteínas — imediatamente se apresenta o problema de suprimento insuficiente de proteína.

Existem também plantas com um teor de proteína suficiente e de alto grau: os legumes. O consumo de ervilhas e feijões é bem comum

em muitos dos países em desenvolvimento. A sopa de aveia fresca, preparada diariamente, rica em carboidratos, é complementada com certa quantidade de ervilhas e feijão. Ou — como é costume em muitos países da América Latina — o feijão é servido como um prato de acompanhamento. Contudo, se a proporção consumida é muito baixa — como sempre ocorre — tal alimento não satisfaz às exigências de proteína. Frequentemente é impossível aumentar o consumo de legumes porque não são cultivados em quantidade suficiente. Seria gratificante se o nutricionista pudesse induzir os fazendeiros a cultivarem mais ervilhas ou feijões e persuadir as donas-de-casas e usarem mais legumes em suas comidas.

### Aumento do valor nutritivo das produções (ou safras) agrícolas pelos novos métodos de cultivo

Para muitas colheitas a fertilização intensificada não somente aumenta a quantidade da produção como traz melhoria no seu valor nutritivo. Com proteínas, contudo, esta melhoria geralmente se aplica à parte com baixo valor biológico, enquanto que a proporção de proteínas com alto valor biológico, com frequência, não é aumentada e pode até mesmo declinar em termos relativos. Com os cereais isto se refere aos importantes aminoácidos, lisina e *tryptophan*, os quais estão “no limite” nestas fontes de alimento.

O cultivo de novas variedades tem tido bastante sucesso. Certa variedade de milho que é conhecida há mais de 30 anos contém o “*gene opaque-2*” recessivo. Somente em 1963 dois cientistas americanos descobriram que esta mutação contém uma alteração na quantidade e qualidade das proteínas. No milho *opaque-2* o teor de lisina e *tryptophan* é maior. Experiências no campo de crescimento e nutrição mostraram o quanto foi importante esta descoberta e quanto ela pode contribuir de maneira significativa para o aprimoramento da nutrição.

Vários países estão realizando pesquisas para isolar mais variedades de cereais contendo qualidades especialmente favoráveis de nutrição. Em 1966 foi aberto, no México, um instituto de pesquisa com este propósito. Este expandiu-se consideravelmente em 1971 com o apoio da Fundação Rockefeller e FAO. 8.000-10.000 variedades de milho e trigo são submetidas nesse instituto a uma investigação genética e agrícola. Para começar, peritos bioquímicos e nutricionistas determinam o teor de proteína de cada espécie, principalmente os aminoácidos específicos presentes. Estas descobertas capacitam os geneticistas a selecionarem tipos que são particularmente recomendados para os propósitos de cruzamento. Os resultados finais são submetidos aos estudos de nutrição.

O reconhecimento mundial que esse instituto vem tendo encontrou sua manifestação no recebimento do Prêmio Nobel da Paz, conferido ao Dr. Borlang, diretor da seção de trigo do instituto.

Um programa semelhante está sendo adotado num instituto de pesquisa na Índia. Quase 8.000 tipos de semente de painço estão sendo colecionadas ali e sendo testadas quanto às suas qualidades favoráveis, do ponto de vista bioquímico e nutricional e usadas para experiências genéticas e de crescimento. Outro instituto deste tipo foi criado em Los Baños, nas Filipinas, onde 10.000 variedades de arroz são submetidas a pesquisas semelhantes. Algumas das novas variedades foram introduzidas recentemente em grande escala e introduziram importantes mudanças no cultivo dos produtos agrícolas em alguns países em desenvolvimento. Os tipos tradicionalmente usados são bastante indiferentes ao solo desfavorável e instabilidade de condições climáticas, tanto

quanto às muitas pragas e doenças, mas apresentam pouco resultado às melhorias de ambiente. Agora, novas variedades, algumas delas apresentando imunidade às várias pragas, podem aumentar a produção das colheitas se adequadamente fertilizadas e irrigadas. Assim, as transformações estão a caminho e um aumento no resultado das colheitas é indicado por um número de países em desenvolvimento, especialmente na Ásia.

Durante alguns anos houve considerável aumento na produção mundial de alimentos, especialmente em alguns países em desenvolvimento, por exemplo Índia e Paquistão. Este acontecimento ficou conhecido como Revolução Verde. Grandes expectativas de melhores padrões de vida, principalmente nas camadas mais necessitadas, foram enquanto isto um tanto contidas. As novas variedades aumentam as produções somente se o solo for fertilizado e irrigado adequadamente. Isto, contudo, custa dinheiro, somente disponível para grandes fazendeiros, e não por pequenos proprietários. Assim, de um modo geral, a "Revolução Verde" trouxe aumento para as produções agrícolas, mas em algumas regiões os grandes proprietários, mais que os pequenos lavradores, se beneficiaram. A diferença entre ricos e pobres aumentou ainda mais em vários casos. Não obstante, não se deve perder a fé no sucesso prático obtido pela introdução de novas variedades de cereais. Na verdade, devem ser feitas tentativas no cultivo de novos tipos de plantas que são importantes na produção de alimentos. Isto se aplica especialmente aos legumes tais como soja, ervilhas e feijões, os quais são tão importantes para a nutrição nos países em desenvolvimento. Um outro campo promissor é o do estudo de plantas silvestres. Sabe-se que muitos países da América Latina são enormes reservatórios de plantas e ervas de importância nutritiva. Um maior cultivo das mesmas pode até aumentar o seu valor. Ainda hoje o consumo de ervas silvestres pode ser significativo no auto-sustento de certos grupos populacionais. Em muitos casos elas desempenham um papel importante como complemento na alimentação diária, graças ao seu alto teor de certas vitaminas, minerais e outras substâncias (*trace elements*). Os próprios habitantes dos países sem desenvolvimento ou técnicos de agricultura têm consciência da importância nutritiva destas plantas.

É de se esperar que, em decorrência do uso cada vez maior de métodos de extermínio de ervas daninhas e o desaparecimento da auto-subsistência, acabe com o uso destas plantas com considerável prejuízo para a nutrição das populações envolvidas. Por outro lado, é bem possível que futuras investigações das características destas plantas revelem certas espécies que deveriam não somente continuar em uso como ser melhoradas através do cultivo sistemático de métodos de produção. O autor teve algumas experiências neste campo em vários países do leste da África, onde ervas silvestres que eram muito usadas foram analisadas para determinar seu teor de nutrientes importantes. Isto certamente também é possível em qualquer outra parte.

## Novas fontes de alimento

### 1 — LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES DE SE EXTRAIR ALIMENTOS DO MAR

Discussões sobre os problemas de alimentação mundial naturalmente consideram, também, as possibilidades de se obter o alimento do mar. A quantidade de matéria nutritiva que se pode esperar desta fonte de-

pende do ponto no qual entramos na cadeia do alimento marinho. Esta cadeia pode ser dividida em quatro estágios:

a) *fitoplânctons* — até que ponto o fitoplâncton pode ser produzido depende inteiramente da fotossíntese, isto é, da quantidade de carbono biologicamente retido. Esta é estimada em um total de 12.000 a 19.000 milhões de toneladas por ano, equivalentes a aproximadamente 500.000 milhões de toneladas de fitoplâncton fresco.

b) *zooplânctons* — (pequenos crustáceos, minhocas, larvas, mariscos, etc.).

Essas criaturas servem de alimento para os animais marinhos de maior porte, os quais, por sua vez, são usados para o consumo humano. Recentemente foi dispensada especial atenção ao *krill*, um crustáceo de 3 a 6 cm de comprimento, da espécie *Euphausia*, encontrado em todas as águas frias, porém mais freqüentemente na Antártica. O *krill* é a principal fonte de alimento para muitas baleias. Como a população de baleia está diminuindo, as reservas de *krill* permanecem, em grande parte, intactas.

Expedições marítimas soviéticas têm levado a termo experiências no sentido do aproveitamento deste crustáceo.

O produto da pesca é continuamente lançado das redes para o convés e ali mesmo transformado em rações, utilizadas como forragem para animais. Recentemente tiveram início, também, experiências para se obter, por este método, alimento protéico concentrado.

c) Os “comedores de animais” ou (*animal eaters*) *peixes carnívoros*.

Estes podem ser subdivididos em 2 grupos:

Ao grupo I pertencem aqueles peixes encontrados em águas rasas, (baixios) ou bancos de areia, tais como arenques e sardinhas e ainda os linguados e a maioria das baleias. Eles se alimentam principalmente de zooplânctons.

O grupo II consiste de peixes predadores tais como o bacalhau, atum, lulas, os quais se alimentam basicamente dos animais do grupo I.

Os peixes comercializados em nossas regiões são, usualmente, carnívoros.

Se os métodos que empregamos para extrair alimento dos mares não forem mudados, os resultados anuais nunca poderão ultrapassar de 2 a 2,5 vezes o atual volume de pesca.

As possibilidades de extrair o alimento do mar crescem, contudo, quanto mais nos aproximamos do final da cadeia de alimentação marinha, isto é, do fitoplâncton. Cada elo dessa cadeia consome grandes porções de alimentos para seu próprio metabolismo e crescimento. Calculou-se aproximadamente um quociente de 10% para os carnívoros e 20% para os herbívoros.

Aplicando-se esses cálculos à cadeia de alimentos marinhos obtém-se os seguintes resultados: para se obter 1 tonelada de arenque para consumo humano são necessárias 10 toneladas de zooplâncton, as quais, por sua vez, consumiram 50 toneladas de fitoplâncton. Para os peixes predadores, um outro fator de 10 deve ser aplicado.

Para se produzir 1 tonelada de atum, por exemplo, 500 toneladas de fitoplâncton têm de ser consumidas.

Esses são cálculos muito aproximados. Nossa informação é, de certa forma, mais precisa no que diz respeito ao ponto inicial e o final da cadeia, a pesca efetiva. A produção de fitoplâncton fresco foi, como já

foi dito, estimada em torno de 500.000 milhões de toneladas. A pesca total de peixes, em 1965, foi de cerca de 50 milhões de toneladas, o que nos dá um quociente de  $1 = 10.000$  (peixe pescado para fitoplâncton).

Assim há pouca esperança de se obter qualquer melhoria substancial nos resultados oriundos do mar, enquanto nos mantivermos presos aos nossos hábitos de alimentação. Já mencionamos anteriormente o máximo de 2 a 2,5 vezes o atual volume. Se, contudo, fosse possível usarmos maiores quantidades de zooplâncton ou ainda fitoplâncton ou algas, as reservas de alimentos dos mares e oceanos tornar-se-iam quase inesgotáveis.

O único problema é transformar essas matérias-primas ou algo próprio para o consumo humano. Os mesmos problemas que vemos nas reservas alimentícias marinhas existem nas originárias da Terra. O percurso para o estômago do animal envolve uma perda de calorías e proteínas que poderiam ser aproveitadas pelos humanos com grande vantagem.

Em tempos de escassez de alimentos, todo o alimento cultivado devia ser colocado à disposição direta do homem. Nas áreas com insuficientes estoques de alimentos e em tempos de mingua, somente aqueles produtos agrícolas que não podem ser diretamente comidos ou consumidos pelo homem deviam ser dados aos animais. O fato de que, geralmente, obtemos maior satisfação dos produtos agrícolas que tenham sido transformados pela passagem através do estômago animal — tais como carne ou peixe — permanece o mesmo.

## 2 — MISTURAS DE ALTO TEOR PROTÉICO

O valor biológico de proteínas de baixo teor pode, freqüentemente, ser aumentado pela mistura de várias proteínas. Conhecemos um grande número de tais misturas de plantas protéicas, nas quais o seu valor biológico se aproxima daqueles de produto animal. Estas misturas são extraídas de resíduos de óleos manufaturados, de grão de soja desengordurado ou bolos de linhaça preparados com sementes (secas e moídas) de algodão ou de amendoim. Outras substâncias valiosas desta natureza são as farinhas feitas de cereais e legumes, freqüentemente acrescidas por pequenas quantias de leite em pó e enriquecidas com vitaminas ou produtos ricos em vitaminas tais como levedo, germe de trigo ou farinha de alfafa. Algumas das mais conhecidas e mais valiosas misturas estão na lista abaixo, no quadro I.

### QUADRO 1

#### *Misturas protéicas (22-40% de proteínas)*

Incaparina	Guatemala	milho — sementes de algodão — levedo — vitaminas — minerais
Alimentos de múltipla finalidade (MPF) Índia	Índia	amendoim, grão de bico, vitamina A, vitamina B1, B2, C, $C_a$ , $CO_3$ .
Saridela	Indonésia	extrato de soja, açúcar, vitamina B1, vitamina C, vitamina B12 $C_a$ , $CO_3$ .
Supro	África Setentrional (ou Leste da África)	milho ou farinha de cevada, levedo, leite em pó desnatado.
Pronutro	África do Sul	milho, soja, amendoim, leite em pó desnatado, levedo, germe de trigo, vitaminas

O uso dos produtos de bolo de linhaça como forragem dirigiu a atenção para um agente provocador de doenças que pode possivelmente ter também alguma significação para os humanos: *aflatoxin*. Na Inglaterra, há alguns anos atrás, um grande número de galinhas morreu com sintomas que não tinham sido observados até então. Foi constatado que aquele tipo de envenenamento havia sido causado pela ração de amendoim importado. Logo em seguida foi também esclarecido que "o agente venenoso era o produto de um fungo", *aspergillus flavus*, que havia se desenvolvido nos bolos de linhaça. De acordo com isto, então, o veneno foi chamado *aflatoxin*. Sabe-se, agora, que o *aspergillus flavus* e outros fungos produtores de microtoxinas não crescem somente nos amendoins, mas também em muitas outras substâncias alimentares. Em experiências animais foi provado que a *aflatoxina* pode causar lesões no fígado, especialmente tumores. Em muitos casos os fungos são, contudo, inofensivos ou podem ter até efeitos específicos que são desejáveis. Por exemplo, alguns fungos são necessários para dar a certas comidas seu sabor específico e são, assim, componentes essenciais do alimento. Isto é válido para muitos tipos de queijo.

Métodos da tecnologia podem ser empregados para combater o crescimento e formação de toxinas dos fungos venenosos. Contudo, diante das circunstâncias dominantes nos países em desenvolvimento, e especialmente onde as populações praticam muito a autosuficiência, a aplicação destes métodos é difícil. A extensão dos riscos de saúde envolvidos no aparecimento das microtoxinas no interior e exterior de certos alimentos ainda não pode ser prevista.

### 3 — UTILIZAÇÃO DOS AMINOÁCIDOS SINTÉTICOS

As diferenças entre proteína de origem animal e vegetal são geralmente de natureza quantitativa tanto quanto qualitativa. A proteína vegetal tem normalmente um valor biológico mais baixo porque um ou vários dos aminoácidos vitalmente importantes presentes não ocorre nas quantidades exigidas pelo corpo humano. Mas se esta inferioridade é devido a uma quantidade insuficiente de certos aminoácidos, então uma melhoria deve ser possível pelo acréscimo dos aminoácidos limitadores, aumentando, assim, o valor protéico deste ao nível daquele encontrado nos produtos animais. Como a maior parte dos aminoácidos vitais já pode ser sintetizada, tais medidas são bem possíveis. Um exemplo no campo médico é o fortalecimento do aminoácido de certas misturas de ração para aves domésticas que tem sido praticada por muito tempo em muitas regiões. Proteínas de leguminosas, uma das fontes de proteínas mais amplamente usadas, pode ser melhorada consideravelmente no seu valor biológico pelo acréscimo do aminoácido metionínico, o qual, ordinariamente, está presente em baixas quantidades.

Este método de melhorar o teor protéico pode também ser aplicado à nutrição humana, acrescentando, por exemplo, lisina à proteína do cereal. A soma de somente 0,4% de lisina pode dobrar o valor biológico da proteína do trigo. Dando-se uma estimativa de produção anual de trigo de 200 milhões de toneladas, com uma quantidade total de proteína de 25 milhões de toneladas, o acréscimo da lisina dobraria o valor biológico, criando um aumento de 25 milhões de toneladas de proteína. Essa cifra está na ordem de grandeza do total da produção mundial de proteína obtida pela criação de gado (produção de carne e de leite).

Assim, seria sábio praticar o reforço do aminoácido no campo prático não somente para a alimentação animal como também a humana.

Talvez não seja superotimismo antecipar que em poucos anos os métodos de enriquecimento dos aminoácidos trarão resultados comparáveis àqueles dos métodos de enriquecimento de vitamina empregados hoje. Nosso conhecimento das vantagens do fortalecimento dos aminoácidos é baseado principalmente em experiências com animais, em especial ratos brancos, os quais são, de hábito, usados para experiências nutricionistas.

Os quadros 2 e 3 mostram os resultados da adição de vários aminoácidos à proteína do amendoim.

Os índices de crescimento, uma medida do efeito da proteína, são acompanhados pela proporção de eficiência da proteína (PER = *Protein Efficiency Ratios*) indica o peso, ganho por grama de proteína. É evidente que somente o acréscimo de quantidades ótimas de 3 aminoácidos pode aumentar o valor protéico do amendoim ao mais alto nível possível.

## QUADRO 2

*Aumento de proteína de amendoim (10%) (proporção do crescimento e eficiência protéica em ratos)*

DL-METIONINA	L-LISINA	L-TREONINA	CRESCIMENTO 4 SEMANAS	PEP + (PER)
—	—	—	32	1,53
—	0,4	—	23	1,28
—	—	0,2	26	1,35
—	0,4	0,1	23	1,37
0,2	0,4	0,1	92	3,00
0,3	0,4	0,1	110	3,29

PEP — Proporção da Eficiência Protéica  
(*Protein Efficiency Ratios*)

As experiências com animais apresentadas no quadro 3 comparam proteínas enriquecidas de amendoim à caseína, umap roteína de reconhecido valor nutritivo. Ainda mais o preço para cada produto foi calculado e estabelecido de acordo com o valor da proteína como expresso nos equivalentes da caseína. Por este exemplo parece que os métodos de enriquecimento oferecem também uma promissora solução comercial, uma vez que o produto com o ótimo valor nutritivo é também o menos dispendioso.

A desvantagem prática dos métodos descritos é que o enriquecimento não pode ser feito por processos caseiros, mas somente pelo processo industrial. Com a urbanização crescente, contudo, as necessárias facilidades estarão disponíveis para um crescente número de pessoas nos países em desenvolvimento. Onde as plantas químicas adequadas não são disponíveis, os aminoácidos necessários para o processo de fortificação podem ser importados. Como as quantidades necessárias para este fim são pequenas, o transporte não oferece problemas. Ainda mais, o custo do processo é menor quanto maiores as quantidades manufaturadas. Assim, o enriquecimento das proteínas pobres por meio dos aminoácidos sintéticos parece ser uma maneira efetiva de preencher a lacuna de proteína da nutrição mundial. Um exemplo de como estes

métodos foram aplicados na nutrição humana é oferecido por Bombaim e em outras grandes cidades da Índia foram abertas as chamadas panificadoras modernas, vendendo todos os dias vários milhares de formas de pão branco reforçado com lisina.

### QUADRO 3

#### *Custo de proteína do amendoim enriquecido*

DL-METIONINA	L-LISINA	DL-TREONINA	PEP (PER)	QUAL - ÍNDEX CASEÍNA = 100	PREÇO P/QUILO DO EQUIVALENTE DE CASEÍNA (DM)
—	—	—	1,53	53	2,50
—	0,4	—	1,28	44	4,10
—	—	0,4	1,35	46	4,25
—	0,4	0,2	1,37	47	4,50
0,2	—	0,2	1,88	65	2,90

## 4 — ALGAS — AS VÁRIAS PROTEÍNAS UNICELULARES

No que concerne às algas, deve-se distinguir entre as algas marinhas, as quais são consumidas, por exemplo, no Japão, e as algas de água doce, que só recentemente foram introduzidas como alimento para o homem e para os animais.

No Extremo Oriente já nos tempos pré-históricos utilizavam-se as algas marinhas para o consumo do homem. Nessas regiões as algas e seus derivados sempre foram parte essencial da nutrição.

Dentre as algas marinhas que se conhecem, são comestíveis as vermelhas, as marrons e as verdes. A sua produção mundial é de mais de meio milhão de toneladas por ano, das quais cerca de 80 por cento são fornecidos pelo Japão. Quantidades muito menores são produzidas pela Coréia do Sul, Canadá, Noruega e Estados Unidos. O consumo de algas marinhas restringe-se geralmente às áreas onde elas vêm sendo cultivadas há centenas de anos e onde de há muito se constituíram num componente alimentar rotineiro.

Dentre as algas de água doce, uma espécie merece especial atenção. Ela se desenvolve principalmente em águas alcalinas e seu mais importante espécime é a *Spirulina*. Em vários países da América Central, particularmente no México, a *Spirulina* vem sendo cultivada em escala industrial. Grande parte da população está acostumada a comer estas algas. Na Alemanha, outras espécies como as pequenas algas verdes *Chlorella* e *Scenedesmus* foram recebidas com interesse. Elas são cultivadas comercialmente em reservatórios de cultura e podem ser conservadas e armazenadas sob a forma de um pó seco.

Outros organismos unicelulares contendo proteínas e que podem ser usados para o consumo humano são os levedos e as várias bactérias que se desenvolvem em partículas provenientes do refinamento de óleo. Originalmente, esses microorganismos eram empregados como agentes catabolizadores de determinados hidrocarbonetos que interferem na

combustão de óleos minerais. As experiências visando ao emprego dessa proteína de bactéria como forragem tiveram um sucesso surpreendente.

O cultivo de organismos unicelulares — bactérias, levedos, algas — para fins alimentares é uma das medidas que se espera venha a contribuir para pôr um fim à carência de proteína. Experiências sobre alimentação animal levaram a crer, a princípio, que muitos desses produtos poderiam ser utilizados na nutrição do homem. Isto, entretanto, tornou-se proibitivo por uma circunstância imprevisível: a elevada proporção de “proteína nuclear”, as chamadas nucleoproteínas, que são convertidas pelo organismo em ácido úrico. O ácido úrico é metabolizado pela maioria dos animais, mas não o é pelo homem, que não possui a enzima uricase. Conseqüentemente, o consumo de muitas das substâncias acima envolvem certos riscos para a saúde, pondo em perigo o metabolismo do ácido úrico e — se consumidas por um período de tempo mais prolongado — provocando sintomas semelhantes à gota. Se essas proteínas tiverem que ser produzidas de modo adequado para o consumo do homem, as nucleoproteínas terão de ser ou eliminadas ou decompostas a fim de evitar complicações no metabolismo do ácido úrico. Neste campo serão necessários maiores estudos tecnológicos antes que se possa empregar essas proteínas para fins nutricionais. Enquanto isso, elas já estão sendo utilizadas como forragem de alta qualidade.

A situação apresenta-se um pouco mais favorável no que diz respeito às algas verdes. Pode-se consumir de 20 a 30 g por dia sem que haja interferência no metabolismo do ácido úrico. Mesmo nos dias atuais a proteína contida nesses pequenos organismos unicelulares poderia tornar-se um elemento importante para a nossa nutrição. Com a adição de minerais, elas podem ser facilmente cultivadas em tanques artificiais em regiões ensolaradas, ou seja, em muitos países tropicais. O seu alto teor não somente de proteínas como também de vitaminas e microelementos fazem-nas valiosas como alimento ou reforços alimentares. O Ministério Alemão da Cooperação Econômica iniciou projetos na Tailândia, Índia e ePru onde as algas são cultivadas e testadas pela sua utilização nos pratos e comidas típicas.

Isto pode bastar para demonstrar quão valiosa pode ser uma contribuição para reduzir a carência da proteína pela introdução de comidas novas e anticonvencionais e como, por outro lado, um considerável número de pesquisas será necessário antes que a aplicação prática se torne possível.

## Fontes de caloria sintética

O alimento deve suprir o homem de energia suficiente para cobrir suas necessidades de caloria. Deve também prover os nutrientes necessários em quantidades adequadas e nas corretas proporções. A cobertura das necessidades energéticas é relativamente uma tarefa não específica que pode ser preenchida extensivamente por grande variedade na relação dos 3 principais elementos de alimentação: gorduras, carboidratos e proteínas. Contudo, as outras numerosas exigências psicológicas podem somente ser satisfeitas por nutrientes com estrutura específica, isto é, proteínas, vitaminas, minerais e outros microelementos fundamentais (*trace elements*). É óbvio, então, que numa emergência nutricionista as primeiras dificuldades aparecem com os nutrientes específicos. Demos, por isto, prioridade a estes problemas.

Futuramente, com o rápido aumento da população mundial, uma diminuição das fontes de caloria deve também ser levada em con-

sideração. As ciências de nutrição terão que encontrar novas maneiras de criar fontes de alimento. Na procura de novas fontes de caloria, aquelas que combinem o máximo de teor energético com o mínimo de volume serão particularmente valiosas porque diminuirão os problemas de transporte e armazenamento. Recentemente duas substâncias receberam crescente atenção: 1,3 — butanediol e 2,4 — ácido dimetilheptano. 1,3 — butanediol é um sintético usado na indústria para vários fins, o que pode ser sintetizado em grandes quantidades a baixo custo. Seu uso para fins nutricionistas foi discutido na Alemanha durante a Segunda Guerra Mundial. Experiências foram feitas recentemente nos Estados Unidos com ratos, comparando seu consumo de alimento, calorias ingeridas e peso ganho numa dieta com quantidades variadas de gordura e o acréscimo de 5-20% de 1,3 — butanediol. O quadro 4 mostra que este substituto de carboidrato sintético é bem tolerado e utilizado calorificamente. Extensas investigações fisiológicas e toxicológicas mostraram que 1,3 — butanediol se comporta no organismo de maneira semelhante à glicerina, um componente natural de gordura, mas é aparentemente ainda menos tóxico e menos narcótico em sua ação do que a substância natural. O catabolismo de 1,3 — butanediol é conhecido: bem tolerado, tem um alto teor energético e, como alimento, é econômico em peso e volume. Os nutricionistas não devem, então, ter objeções ao seu uso.

Experiências com a segunda das substâncias acima mencionadas não tiveram ainda progresso tanto quanto àquelas com 1,3 — butanediol, mas os resultados são até agora promissores. De qualquer modo, foi provado que como os sintéticos — nunca tidos como substâncias alimentares — podem ajudar a diminuir a carência da nutrição.

A pesquisa no campo dos alimentos não convencionais está apenas no início. Parece, contudo, que um grande campo está ainda aberto para a bioquímica experimental, ciências nutricionistas e a tecnologia.

Naturalmente o homem se oporá ao uso de muitos destes novos tipos de substâncias desde que temos uma resistência instintiva a qualquer coisa nova e não familiar.

Os nutricionistas certamente advertirão contra inesperados efeitos colaterais que podem aparecer, embora as substâncias tenham sido testadas eficazmente. Sem dúvida, tais objeções são no sentido de que se trata de substâncias cujo catabolismo e resultado no processo metabólico não são bem compreendidos. Contudo, se as experiências com animais e assuntos humanos podem demonstrar com evidência que não há riscos de saúde, as objeções podem provavelmente ser deixadas de lado.

#### QUADRO 4

##### *Butanediol como um substituto de carboidrato*

ESPECIFICAÇÃO	CONSUMO DE FORRAGEM (EM GRAMAS)	CALORIAS INGERIDAS PELOS RATOS EM 4 SEMANAS	AUMENTO DO PESO (EM GRAMAS)
10% de gordura	320	658	51,3
25% de gordura	319	773	63,9
25% de gordura + 5% de BD <sup>(1)</sup>	320	794	71,5
25% de gordura + 20% de BD <sup>(1)</sup>	320	892	70,5

(1) BD = 1,3 de butanediol

Mesmo com componentes químicos completamente novos usados pela primeira vez como alimento, nenhuma objeção deve ser levantada contra seu uso:

- se a sua estrutura química é simples.
- se não são acumulados no organismo, mas rapidamente eliminados sem deixarem nenhum resíduo.
- se o mecanismo do seu catabolismo é conhecido e difere pouco ou quase nada daquele de substâncias naturais.

## CONCLUSÃO

Qualquer tipo de trabalho depende do fornecimento de energia; o comportamento do corpo humano depende da energia fornecida pelo alimento — seja ele de natureza física ou química — requer outras fontes de energia. Assim, em última instância, qualquer esforço experimental ou industrial no sentido de achar novos alimentos é limitado pela quantidade de energia disponível. Na Europa a fonte mais importante de energia é ainda o carvão, apesar de estar já reduzido a menos de 50% do suprimento total de energia. Em outras regiões, as fontes de energia, tais como água, óleo e gás natural estão sendo usados mais extensivamente. No futuro a energia nuclear se tornará enormemente importante.

Antecipa-se que a energia nuclear — começando nos países industrializados — se tornará eventualmente um competidor genuíno, cobrindo cerca de 40% das necessidades energéticas da Europa até 1980. Futuros desenvolvimentos no campo da pesquisa nuclear provavelmente garantirão um fornecimento de energia para um futuro próximo. Podemos assumir que isto não será a condição para se obter novas fontes de alimento assim que os resultados das ciências nutricionistas e ciências básicas correlatas serão aplicadas sem dificuldade. As ciências nutricionistas estão se esforçando por contribuir para as chances de sobrevivência de uma sempre crescente população mundial. Espera-se que a salvação da espécie humana não seja ameaçada pela exaustão das fontes de alimento, mas que a ciência contribuirá para garantir o futuro da humanidade. Exige-se a cooperação de todas as disciplinas que se relacionem com a produção de alimento e a utilização do mesmo no organismo — ciência nutricionista, medicina e agricultura. A consciência dos problemas da alimentação já devia ser inculcada tanto na infância como nos professores, em todas as disciplinas e em todos os tipos de escolas — especialmente no campo da biologia — devia haver mais compreensão dos problemas mundiais de alimentação e nas possíveis soluções. Ainda mais, a cooperação dos economistas, sociólogos e psicólogos é indispensável. Finalmente, o sucesso dependerá dos políticos, os quais devem compreender que soluções não serão um resultado imediato ou direto de padrões de vida mais altos, mas que outras medidas mais diretas devem ser tomadas.

# BIBLIOGRAFIA

- BLANCKENBURG, P. e CREMER, H. D., Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern (*Manual of Agriculture and Nutrition in the Developing Countries*). Römer-Verlag, Stuttgart, vol. 1, 1967, vol. 2, 1972.
- CHAMPAGNAT, A., Biosynthesis of Proteins from Petroleum, in Proc. VII International Congress Nutrition, Vieweg, Braunschweig 4, p. 916, 1967.
- CREMER, H. D., Aufgaben der Ernährungswissenschaft für eine gesicherte Zukunft der Menschheit (Tasks of Nutritional Science for Safeguarding the future of Mankind). Naturwissenschaftliche Rundschau 2, 1969, p. 283-300.
- , Die Welternährungskrise (The World Food Crisis). *Die Medizinische Welt*, 23 (N. S.), 1972; I, p. 1562; II, p. 1616, 1973; III, p. 759.
- FISCHNICH, O., Die Versorgung der Welt bis zum Jahre 2000 (The World's Food Supply until the Year 2000). Proc. VII International Congress Nutrition, Vieweg, Braunschweig 4; 1967, p. 835.
- MASIRONI, R., Bulletin WHO 42, 1970, p. 103-114.
- MAURON, J., Amino Acid Inbalance and its Bearing on the Fortification of Food. In Beeinflussung des Stoffwechsels durch die Ernährung. Karger, Basel 1969.
- PARKER, F. W. e NELSON, L. B., Proc. Nat. Ac. Sc. 56, 1966; p. 382.
- REVELLE, R., Proc. Nat. Ac. Sc. 56, 1966; p. 328.
- ROCKFELLER FOUNDATION, *Annual Report*, 1966.
- THE STATE OF FOOD AND AGRICULTURE. FAO, Rome, 1968, 1970, 1971, 1972.
- THIRD WORLD FOOD SURVEY. FAO, Rome, 1963.