

_Avaliação da qualidade proteica de alimentos de origem vegetal disponíveis em Portugal

Evaluation of the protein quality of plant foods available in Portugal

Carla Motta¹, Dalila Diniz², Tiago Moreira^{1,3}, Mariana Santos¹, Ana Cristina Bento¹, Isabel Castanheira¹

carla.motta@insa.min-saude.pt

(1) Departamento de Alimentação e Nutrição, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal

(2) Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, Universidade Lusófona de Lisboa, Lisboa, Portugal

(3) Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

_Resumo

Estudos têm demonstrado que uma alimentação de base vegetal está associada a diversos benefícios para a saúde, entre os quais a um equilíbrio do peso corporal, contribuindo no combate à obesidade. No entanto, e por existir um consumo reduzido de vegetais e leguminosas em Portugal, este estudo teve como objetivo caracterizar a qualidade proteica destes e de outros grupos de alimentos de base vegetal, como forma de promover o aumento do seu consumo de forma sustentada. A caracterização da qualidade proteica foi realizada em 65 alimentos através da análise cromatográfica do seu conteúdo em aminoácidos essenciais. No que diz respeito ao conteúdo em proteína, as algas, e os substitutos de proteína animal, como o *tofu* e *seitan*, apresentam os valores mais elevados (26,1 g/100g a 36,1 g/100g). No entanto, o teor elevado em proteína total pode não refletir a correspondente qualidade proteica (presença de todos os aminoácidos essenciais). Destes alimentos, os alimentos à base de cereais (onde o *seitan* se inclui) caracterizam-se pela grande limitação em lisina. Já as leguminosas (ingrediente base do *tofu*) caracterizam-se pela limitação em valina e aminoácidos sulfurados. No entanto, uma dieta variada nos diferentes grupos de alimentos de base vegetal, parece ser a base para a compensação dos aminoácidos limitantes observados nos alimentos individuais, através da sua complementaridade.

_Abstract

Studies have shown that a plant-based diet is associated with several health benefits, including a balance in body weight, contributing to the fight against obesity. However, and because there is a reduced consumption of vegetables and legumes in Portugal, this study aimed to characterize the protein quality of these and other vegetable-based food groups, as a way to promote the increase in their consumption in a sustained manner. The characterization of protein quality was performed in 65 foods through chromatographic analysis of their essential amino acid content. In terms of protein content, algae and animal protein substitutes, such as *tofu* and *seitan*, have the highest values (26.1 g/100g to 36.1 g/100g). However, this high total protein content may not reflect the corresponding protein quality (presence of all essential amino acids). For example, cereal-based foods (where *seitan* is included) are characterized by a major limitation in lysine. On the other hand, legumes (the base ingredient of *tofu*) are characterized by their limitation in valine and sulfur amino acids. However, a varied diet, in the different groups

of plant-based foods, seems to be the basis for compensating for the limiting amino acids observed in individual foods, through their complementarity.

_Introdução

A prevalência da obesidade tem vindo a aumentar de uma forma global nos últimos 50 anos, atingindo níveis pandémicos, sendo que, atualmente, quase um terço da população mundial tem excesso de peso ou é obesa (1). A obesidade está associada ao aumento do risco de diversas doenças como, diabetes tipo 2, doença cardiovascular, hipertensão, acidente vascular cerebral, vários tipos de cancro, entre outras, contribuindo desta forma, para uma baixa qualidade e esperança de vida (2).

Paralelamente às questões relacionadas com a saúde, são crescentes as preocupações com a sustentabilidade ambiental e alimentar. De acordo com o “Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável” (PNPAS), as opções por uma alimentação de base vegetal têm aumentado como alternativa ao consumo de produtos de origem animal (3). No entanto, e segundo a Balança Alimentar Portuguesa 2016-2020, os portugueses continuam a ingerir uma quantidade excessiva de alimentos do grupo da “Carne, pescado e ovos”, e menores quantidades do grupo dos “Frutos” e “Hortícolas” em relação ao recomendado pela Roda dos Alimentos (4).

A investigação científica em saúde é unânime no testemunho dos múltiplos benefícios que estão associados a um maior consumo alimentar de base vegetal em relação aos padrões

de consumo animal (5,6). Os maiores benefícios estão associados ao menor consumo de gordura saturada e colesterol e ao maior consumo de fibras, antioxidantes e fitoquímicos, benéficos para a saúde, providenciados, essencialmente, pelo aumento do consumo de frutas, vegetais, grãos integrais e frutos secos (7).

No entanto, persistem ainda dúvidas relativas à quantidade e qualidade da proteína numa dieta de base vegetal, já que a presença de fatores anti-nutricionais, como fitatos e taninos, nos produtos de origem vegetal, como leguminosas e alguns cereais, pode reduzir a digestibilidade proteica até 10% (8,9). A qualidade da proteína dietética está associada normalmente ao conceito de aminoácido limitante, ou seja, a aminoácidos essenciais (AAE) que não suprem as necessidades dietéticas diárias dos indivíduos (10). De facto, e não obstante aos inúmeros benefícios que advêm de uma dieta de base vegetal, as fontes proteicas de origem animal são de elevado valor nutricional por se tratarem de alimentos compostos por AAE em quantidades e proporções ideais para atenderem às necessidades do organismo, ao contrário das fontes vegetais (11). Esta constatação está relacionada com o facto das proteínas vegetais apresentarem, para além da menor digestibilidade, teores reduzidos em certos AAE, como a leucina, lisina e metionina, afetando a disponibilidade destes AAE para a síntese de proteínas musculares (12).

Estudos asseguram, no entanto, que consumir uma adequada quantidade e variedade de cereais e leguminosas, atingindo as necessidades energéticas diárias, assegurará a qualidade proteica de uma forma semelhante à da carne (10,13,14), mas como assegurar este aporte em dietas mais restritivas?

_Objetivo

Este estudo pretendeu definir a qualidade proteica de 65 alimentos de origem vegetal pertencentes a sete grupos nutricionais distintos, disponíveis no mercado português.

_Materiais e métodos

As amostras do estudo incluíram alimentos, adquiridos em superfícies comerciais de Lisboa e Porto, durante os anos de 2017 e 2019, dos seguintes grupos: cereais e tubérculos, pseudocereais, hortícolas, frutas, leguminosas, substitutos de proteína animal e algas num total de 65 alimentos, disponíveis no mercado nacional e, na sua maioria, descritos no Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (IAN-AF 2015-2016), como consumidos pela população portuguesa (tabela 1). Foi realizada a análise das proteínas e do perfil de aminoácidos, mais especificamente dos aminoácidos essenciais. A determinação da proteína total foi realizada pelo método de Kjeldhal. A quantificação dos aminoácidos essenciais (histidina(His), isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), metionina (Met), fenilalanina (Phe), treonina (Thr), valina (Val)) e dos condicionalmente essenciais e não essenciais (cisteína (Cys), tirosina (Tyr), glicina (Gly), arginina (Arg), prolina (Pro), ácido aspártico (Asp), ácido glutâmico (Glu), alanina (Ala), e serina (Ser)) foi determinada por cromatografia líquida com detetor de fotiodo (UPLC/PDA). Para a avaliação da qualidade proteica, foi calculado o score de cada aminoácido essencial (AAS) de acordo com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (15). Este score indica a qualidade das proteínas de um determinado alimento em função da sua composição de aminoácidos.

Scores inferiores a 1 indicam que o aminoácido é limitante, ou seja, que a sua quantidade (em mg) por grama (g) de proteína do alimento em estudo é inferior àquela considerada ideal (mg desse aminoácido por g de uma proteína considerada de referência).

$$AAS = \frac{(mg \text{ de aminoácido no alimento} / g \text{ de proteína})}{(mg \text{ de aminoácido} / g \text{ de proteína de referência (requisito)})}$$

Tabela 1: ↓ Alimentos analisados no estudo (n=65), distribuídos por grupo alimentar da roda dos alimentos.

Grupo	Alimento	Grupo	Alimento
Cereais e tubérculos	Arroz	Hortícolas	Chuchu
	Massa		Coentros
	Batata		Cogumelos parisienses
	Batata-doce		Cogumelos (<i>marrons</i>)
	Pão de centeio		Curgete
	Pão de milho		Couve-branca
	Pão de trigo		Couve-de-bruxelas
Pseudocereais	Quinoa		Couve-flor
	Amaranto		Couve-galega
	Trigo-sarraceno		Couve-roxa
Fruta	Abacate		Couve-saboia
	Azeitonas pretas		Couve-tronchuda
	Banana		Endívia
	Manga		Espargos
	Papaia		Espinafres
Leguminosas	Ervilhas		Feijão-verde
	Favas		Grelos
	Grão-de-bico		Milho-doce
	Lentilhas cozidas		Nabiça
	Feijão-branco		Nabo
	Feijão-frade		Pepino
	Feijão-manteiga		Pimento (amarelo)
	Feijão-preto		Pimento (média vermelho)
Hortícolas (...)	Abóbora		Pimento (verde)
	Agrião		Rebentos de Soja
	Aipo		Rúcula
	Alface		Salsa
	Alho		Tomate
	Alho-francês		<i>Seitan</i>
	Beringela		<i>Tofu</i>
	Beterraba		Algas tostadas
	Brócolos		
	Cebola		
	Cenoura		
		Substitutos de proteína animal	
		Algas	

_Resultados

Os resultados obtidos para a proteína total e aminoácidos essenciais são apresentados na [tabela 2](#).

Os resultados dos aminoácidos não essenciais, apesar de determinados e de se encontrarem disponíveis no âmbito deste estudo, não serão objeto de avaliação neste trabalho, pois não contribuem para a avaliação da qualidade proteica.


O teor mais elevado de proteína é encontrado nas algas tostadas, com 35,1 g/100g de amostra e de seguida nos substitutos de proteína animal com 26,1 g/100g. Nas frutas e nos hortícolas a concentração proteica é mais baixa, com uma média de 0,98 g/100g e de 2,0 g/100g, respetivamente.

No que diz respeito aos teores em aminoácidos essenciais (AAE) (mg/100g), as algas tostadas e os substitutos de proteína animal apresentam os valores mais elevados, tendo as algas maior concentração em treonina, lisina, valina, isoleucina, leucina e em aminoácidos sulfurados (SAA). Por outro lado, o grupo das frutas e dos hortícolas são os que apresentam as concentrações mais baixas em todos os AAE. Os pseudocereais e as leguminosas surgem numa categoria intermédia, seguidos dos cereais e tubérculos, tendo as leguminosas valores mais elevados de treonina, lisina, valina, isoleucina, leucina e de aminoácidos aromáticos (AAA), mas valores mais baixos em histidina e em aminoáci-

dos sulfurados (metionina e cisteína) quando comparadas com os cereais e tubérculos, tal como descrito na [tabela 2](#).

Relativamente aos *scores* de aminoácidos (AAS) calculados para avaliar a qualidade da proteína, por amostra e por grupo alimentar, observa-se uma acentuada variabilidade entre os grupos analisados e para os diferentes aminoácidos. Destes, a histidina, treonina e os aromáticos são os únicos AAE que apresentam um *score* superior a 1 em quase todos os grupos alimentares, em contraste com a lisina, valina, isoleucina e a leucina que não atingem o *score* de 1 em quase nenhum dos grupos, representando dessa forma os aminoácidos limitantes nos alimentos de origem vegetal analisados, como verificado no [gráfico 1](#).

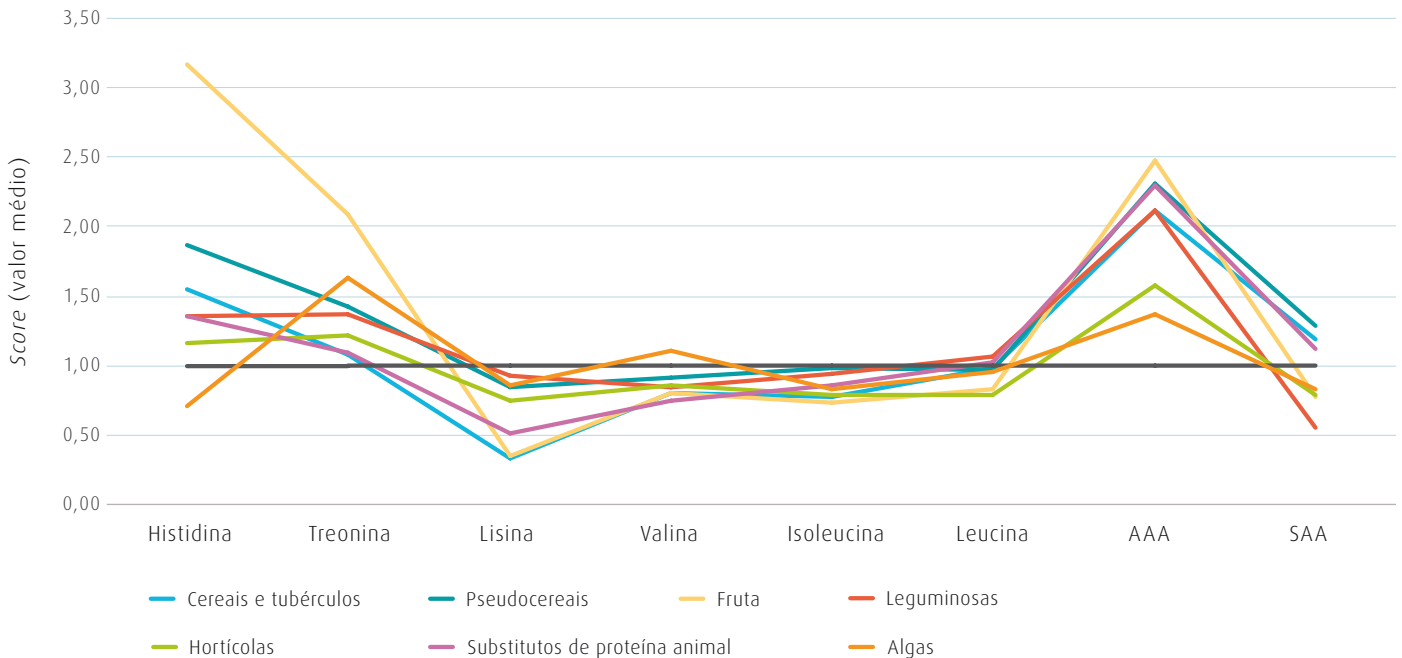
A histidina apresenta *scores* superiores a 1 em todos os grupos, excluindo as algas, com destaque para o grupo das frutas, que apresentam as proporções (mg de histidina/g de proteína total) mais elevadas, especialmente na banana e na manga. Os cereais como o arroz, a massa, o pão de centeio e o pão de milho também apresentam elevados *scores* de histidina. A lisina é o AAE com o *score* mais baixo em todos os grupos alimentares, especialmente no grupo dos cereais (0,3) e no grupo das frutas (0,43). Os grupos das leguminosas e dos pseudocereais são, de todos os grupos analisados, os que apresentam um *score* mais próximo de 1 neste AAE (Lisina- 0,9). Alimentos, como os pseudocereais

Tabela 2:  Proteína total (g/100g) e composição em aminoácidos essenciais (mg/100g), por grupo alimentar.

Grupo alimentar	Histidina	Treonina	Lisina	Valina	IsoLeucina	Leucina	AAA	SAA	Proteína total
Cereais e tubérculos	150 ± 7,24	154 ± 7,08	77,8 ± 14,38	197 ± 4,63	148 ± 4,38	389 ± 13,01	523 ± 20,1	171 ± 14,7	6,3 ± 0,1
Pseudocereais	128 ± 5,99	149 ± 3,23	173,4 ± 11,31	162 ± 5,03	135 ± 9,25	259 ± 7,01	399 ± 22,3	129 ± 6,19	4,6 ± 0,07
Frutas	48,9 ± 1,19	59,7 ± 43,2	18,8 ± 1,28	32,0 ± 0,64	22,8 ± 0,62	51,0 ± 1,51	91,2 ± 3,43	16,9 ± 0,52	0,98 ± 0,01
Leguminosas	134 ± 4,29	208 ± 3,05	278 ± 39,88	218 ± 4,81	187 ± 5,16	415 ± 9,96	531 ± 31,5	79,8 ± 4,74	6,6 ± 0,11
Hortícolas	34,9 ± 2,52	55,9 ± 3,19	66,8 ± 5,76	66,1 ± 2,56	46,9 ± 2,2	91,9 ± 4,64	119 ± 9,78	34,5 ± 3,49	2,0 ± 0,05
Substitutos de proteína animal	530 ± 14,22	655 ± 21,27	593 ± 30,02	762 ± 17,9	675 ± 9,43	1565 ± 12,8	2276 ± 60,9	639 ± 21,7	26,1 ± 0,18
Algas	373 ± 3,05	1317 ± 3,03	1364 ± 15,5	1514 ± 12,0	879 ± 10,6	1973 ± 15,3	1819 ± 18,8	644 ± 17,8	35,1 ± 0,09

Valor médio e desvio padrão ($x \pm \sigma$); AAA – Aminoácidos aromáticos (Fenilalanina + Tirosina); SAA – Aminoácidos sulfurados (Metionina + Cisteína).

Gráfico 1: ↓ Scores dos aminoácidos essenciais, por grupo alimentar.



AAA – Aminoácidos aromáticos (Fenilalanina + Tirosina); SAA – Aminoácidos sulfurados (Metionina + Cisteína).

apareceram recentemente no mercado português e, apesar de não fazerem parte dos resultados de consumo reportados oficialmente, encontram-se cada vez mais disponíveis, tendo por isso apresentado um aumento exponencial de consumo quer pela população em geral, quer pela população que adota uma dieta de base vegetal. No que respeita aos AA sulfurados, o score é inferior a 1 em todos os grupos com exceção dos cereais, dos pseudocereais e dos substitutos de proteína animal.

Discussão

Neste estudo verificou-se que as algas, os substitutos de proteína animal (*tofu* e *seitan*), os pseudocereais e as leguminosas são os grupos que apresentam maiores teores de proteína e de aminoácidos essenciais, em relação a todos os outros grupos alimentares de origem vegetal analisados. Os teores mais reduzidos de proteína total e de AAE, foram observados nos grupos das frutas e hortícolas. Foram também observados teores reduzidos de lisina no grupo dos cereais e de SAA (metionina e cisteína) nas leguminosas.

No que diz respeito à qualidade proteica destes grupos de alimentos, podemos observar que a lisina consistiu o AAE com os scores mais baixos em todos os grupos alimentares, com especial destaque para os cereais, como o trigo, para as frutas e para os hortícolas, consistindo assim num aminoácido limitante nas proteínas encontradas nestes grupos alimentares. No entanto, os cereais apresentam boas concentrações em AA sulfurados, especialmente metionina. Já as leguminosas têm os AA sulfurados e a valina como limitantes, mas são relativamente ricos em lisina. Assim, ao consumirmos, conjuntamente cereais e leguminosas, nas porções recomendadas pela roda dos alimentos, estamos a garantir um aporte de proteínas mais completo. O consumo de algas contribui igualmente como complemento no aporte proteico diário recomendado. Em resumo, o aporte proteico proveniente dos alimentos de origem vegetal poderá ser colmatado através do consumo da quantidade, diversidade e complementaridade adequada destes alimentos, alcançando-se assim mais facilmente as recomendações estabelecidas em proteínas e em aminoácidos.

_Conclusões

Refeições variadas que englobem uma grande variedade de alimentos vegetais parecem compensar os aminoácidos limitantes de alimentos individuais através da sua complementaridade.

Este estudo, realizado sob as condições de controlo de qualidade analítica e de representatividade da amostragem, de acordo com os documentos-guias da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA, na sigla em inglês), irá permitir estimar os aportes de forma mais rigorosa e próxima do consumo real da população.

Referências bibliográficas:

- (1) Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. *Metabolism*. 2019 Mar;92:6-10. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.09.005>. Epub 2018 Sep 22.
- (2) Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*. 2019 May;15(5):288-98. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0176-8>
- (3) Direção-Geral da Saúde. Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável Lisboa: DGS, 2020. https://nutrimento.pt/activeapp/wp-content/uploads/2020/10/Relato%CC%81rio_PNPAS_2020.pdf
- (4) Instituto Nacional de Estatística. Balança alimentar portuguesa: 2016-2020. Lisboa: INE, 2021. <https://www.ine.pt/xurl/pub/437140067>
- (5) Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável. Linhas de Orientação para uma Alimentação Vegetariana Saudável. Lisboa: Direção-Geral da Saúde, 2015. <https://nutrimento.pt/activeapp/wp-content/uploads/2015/07/Linhas-de-Orientacao%a7%c3%a3o-para-uma-Alimentacao%a7%c3%a3o-Vegetariana-Saudavel.pdf>
- (6) Song M, Fung TT, Hu FB, et al. Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA Intern Med*. 2016 Oct 1;176(10):1453-63. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.4182>. Erratum in: *JAMA Intern Med*. 2016 Nov 1;176(11):1728. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.6538>.
- (7) Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet*. 2016 Dec;116(12):1970-80. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
- (8) Food and Agriculture Organization of the United Nations. The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome: FAO, 2017. <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>
- (9) Sarwar Gilani G, Wu Xiao C, Cockell KA. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *Br J Nutr*. 2012 Aug;108 Suppl 2:S315-32. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002371>
- (10) Gardner CD, Hartle JC, Garrett RD, et al. Maximizing the intersection of human health and the health of the environment with regard to the amount and type of protein produced and consumed in the United States. *Nutr Rev*. 2019 Apr 1;77(4):197-215. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy073>
- (11) Mahan LK, Escott-Stump S, Raymond JL, Coana C, et al. (trad.). Krause: alimentos, nutrição e Dietoterapia. 13.ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2012.
- (12) Berrazaga I, Micard V, Gueugneau M, et al. The Role of the Anabolic Properties of Plant- versus Animal-Based Protein Sources in Supporting Muscle Mass Maintenance: A Critical Review. *Nutrients*. 2019 Aug 7;11(8):1825. <https://doi.org/10.3390/nu11081825>
- (13) Craig WJ, Mangels AR; American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J Am Diet Assoc*. 2009 Jul;109(7):1266-82. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.05.027>
- (14) Mariotti F, Gardner CD. Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets -A Review. *Nutrients*. 2019 Nov 4;11(11):2661. <https://doi.org/10.3390/nu11112661>
- (15) Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report. Geneva: World Health Organization, 2007. (WHO technical report series; no. 935). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43411>