

## \_Escolhas alimentares sustentáveis: o contributo do projeto ALTERNATIVA enquanto ferramenta para a escolha de fontes alternativas de proteína

*Sustainable dietary choices: the contribution of the ALTERNATIVA project as a tool for selecting alternative protein sources*

Ana Serôdio<sup>1</sup>, Beatrice Biasini<sup>2</sup>, Géraldine Boué<sup>3</sup>, Isabel Castanheira<sup>1</sup>, Elena Cozzi<sup>2</sup>, Michel Federighi<sup>3</sup>, Lea Jakobsen<sup>4</sup>, Carla Martins<sup>1,5</sup>, Davide Menozzi<sup>2</sup>, Carla Motta<sup>1</sup>, Androniki Naska<sup>6</sup>, katerina Niforou<sup>6</sup>, Marta Pavel<sup>4</sup>, Sara Pires<sup>4</sup>, Morten Poulsen<sup>4</sup>, Ricardo Assunção<sup>1,7,8</sup>

rassuncao@egasmoniz.edu.pt

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

(2) University of Parma, Parma, Italia

(3) National Research Institute for Agriculture, Food and Environment, Nantes, França

(4) National Food Institute, Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Dinamarca

(5) Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa, Portugal

(6) Department of Hygiene, Epidemiology and Medical Statistics. School of Medicine, National and Kapodistrian University of Athens, Athens, Grécia

(7) Instituto Universitário Egas Moniz, Monte da Caparica, Portugal

(8) Centro de Estudos Ambientais e Marinhos, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

### \_Resumo

O aumento da população humana e a consequente pressão exercida pelos sistemas alimentares desafiam a saúde e o meio ambiente, cujo impacto se reflete, entre outros, ao nível das alterações climáticas associadas ao aquecimento global, exploração de recursos naturais e da perda de biodiversidade. Entre os fatores que mais contribuem para esse impacto está a produção de proteínas de origem animal, como a carne vermelha e os laticínios. Neste sentido, urge uma transformação dos sistemas alimentares, sendo que esta transformação deverá ser sustentada numa avaliação dos impactos de fontes alternativas de proteínas, quer na saúde quer na sustentabilidade. Este artigo tem como principal objetivo discutir os desafios colocados aos sistemas alimentares e a necessidade de avaliar o impacto destes, à luz do projeto ALTERNATIVA (*Alternative sources of protein in European diets – integrating risk-benefit for health and sustainability*) como uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável nas diferentes vertentes – ambiental, social e económica, através de uma metodologia que reúne e combina conhecimentos em avaliação do risco-benefício (ARB) de alimentos e a avaliação da sustentabilidade. A utilização de abordagens holísticas, como a que está a ser aplicada no projeto ALTERNATIVA com o objetivo de fornecer ferramentas inovadoras para apoiar decisões sobre as futuras dietas, é fundamental para minimizar os efeitos dos desafios atuais tentando garantir alimentos seguros, economicamente justos, acessíveis, dietas nutricionalmente adequadas e saudáveis com menores impactos ambientais.

### \_Abstract

*The growth of human population and the consequent pressure exerted by food systems challenge health and the natural environment, whose impact is reflected, among others, in terms of contribution to climate change associated with global warming, exploitation of natural resources and loss of biodiversity. Among the major con-*

*tributors to this impact is the production of proteins of animal origin, such as red meat and dairy. Therefore, the need of transforming food systems is urgent and should be supported by assessing the overall health impact of alternative protein sources considering also sustainability aspects. Our main objective is to discuss the challenges posed to food systems and the need to assess their impact under the umbrella of the ALTERNATIVA (*Alternative sources of protein in European diets – integrating risk-benefit for health and sustainability*) as a tool for sustainable development in different aspects – health, environmental, social and economic, through a methodology that brings together and combines knowledge in risk-benefit assessment (RBA) and sustainability assessment. The use of holistic approaches, such as the one being applied in the ALTERNATIVA project aiming to provide innovative tools to support decisions about the future diets, is fundamental to minimize the effects of the current challenges trying to guarantee secure, economically fair, affordable, nutritionally adequate and healthy diets having lower environmental impacts.*

### \_Introdução

O conceito de desenvolvimento sustentável esteve, durante muito tempo, restritivamente associado ao ambiente, sob diferentes formas, desde a pegada ecológica, às emissões de carbono, o aumento da temperatura média global e a perda de biodiversidade. Atualmente, para além do ambiente, reconhecem-se outras dimensões igualmente complexas e preponderantes, tal como as dimensões económica e social (1).



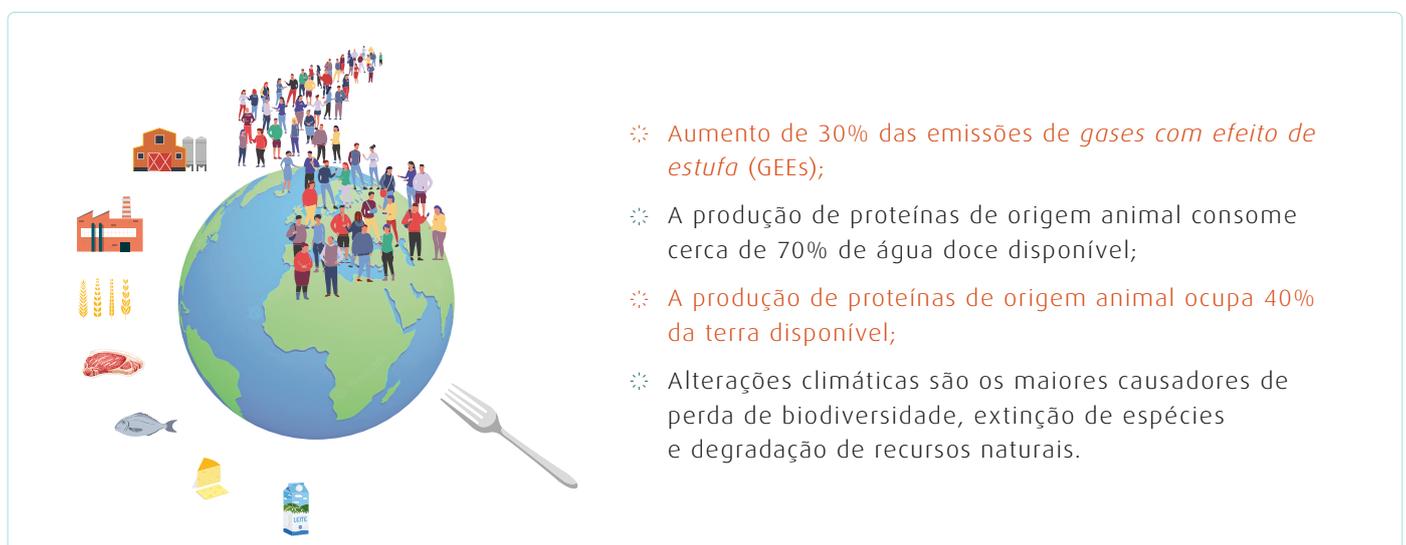
A pressão que os sistemas alimentares globais exercem sobre o meio ambiente tem vindo a amplificar-se nos últimos tempos. Para tal, muito contribui o crescimento mundial da população humana e, conseqüentemente, a intensificação dos sistemas de produção assim como algumas mudanças nos padrões de consumo de alimentos. Espera-se um crescimento da população mundial de mais de 30% em 2050 em relação ao atual (2). Todos estes fatores têm conseqüências inevitáveis para o meio ambiente e a saúde humana (3).

A produção de alimentos e a agricultura intensiva são responsáveis por até cerca de 30% de todas as emissões de gases com efeitos de estufa (2,4), cuja concentração na atmosfera até 2100 pode alcançar valores até 250% acima dos valores considerados em 1750, sendo expectável um aumento continuado da temperatura média global relacionado com a presença destes gases na atmosfera (1). Associada à produção de alimentos e agricultura intensiva está também a perda da biodiversidade, extinção das espécies e degradação de recursos naturais (5). O ritmo acelerado das alterações climáticas dificulta a adaptação de animais e plantas, com alterações nos seus períodos de reprodução e desenvolvimento, respetivamente, conduzindo à sua extinção (1).

Os principais alimentos cuja produção tem gerado um maior impacto ao nível do ambiente são os alimentos à base de proteína de origem animal, tais como a carne e o leite (2,3,6-8), uma vez que a sua produção apresenta níveis mais elevados de emissões de gases com efeito de estufa (GEEs), quando comparados com a produção de alimentos de origem vegetal. Adicionalmente, a produção de proteínas de origem animal ocupa 40% de terra disponível e consome cerca de 70% da água doce disponível. Pelo contrário, a produção de alimentos de origem vegetal tende a ser ambientalmente menos agressiva, além de que a adesão a dietas de base vegetal, normalmente ricas em fibras, estão associadas a um menor risco de desenvolvimento de doenças crónicas, com e conseqüentes benefícios para a saúde (9).

Reconhece-se, assim, que os padrões alimentares têm um impacto no ambiente, assim como o ambiente e os fatores económicos afetam as escolhas alimentares (figura 1), pelo que esta ligação entre a nutrição humana, o ambiente e os fatores económicos é multidirecional (10). A pressão causada pelo atual sistema alimentar sobre os recursos naturais da Terra exige o desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção de alimentos (3).

Figura 1:  Implicações ambientais decorrentes da pressão exercida pelos sistemas alimentares (baseado em: (9)).





Neste sentido, urge a necessidade de uma avaliação dos impactos na saúde e na sustentabilidade de fontes proteicas alternativas às de origem animal, existentes atualmente. Como tal, diversas alternativas têm surgido nos últimos tempos, tais como: cereais e leguminosas, insetos comestíveis, micoproteínas e proteínas derivadas de algas.

Deste modo, a integração equilibrada das diferentes dimensões para um desenvolvimento sustentável no futuro exige que, hoje, sejam tomadas ações globais e abrangentes. A tomada de ações globais e abrangentes requerem uma pré-avaliação também esta abrangente, que integre diferentes áreas do conhecimento (ex.: nutrição, toxicologia, microbiologia, química e epidemiologia) para uma melhor compreensão dos impactos na saúde de cada alternativa à proteína de origem animal considerada. Desta forma, a avaliação do risco-benefício (ARB) é uma ferramenta importante de apoio às decisões e ações, que integra riscos e benefícios em medidas comparáveis e que permite estimar o impacto que um determinado alimento ou componente alimentar tem na saúde humana em geral, quer por exposição ou ausência dessa exposição a estes componentes alimentares (11-13).

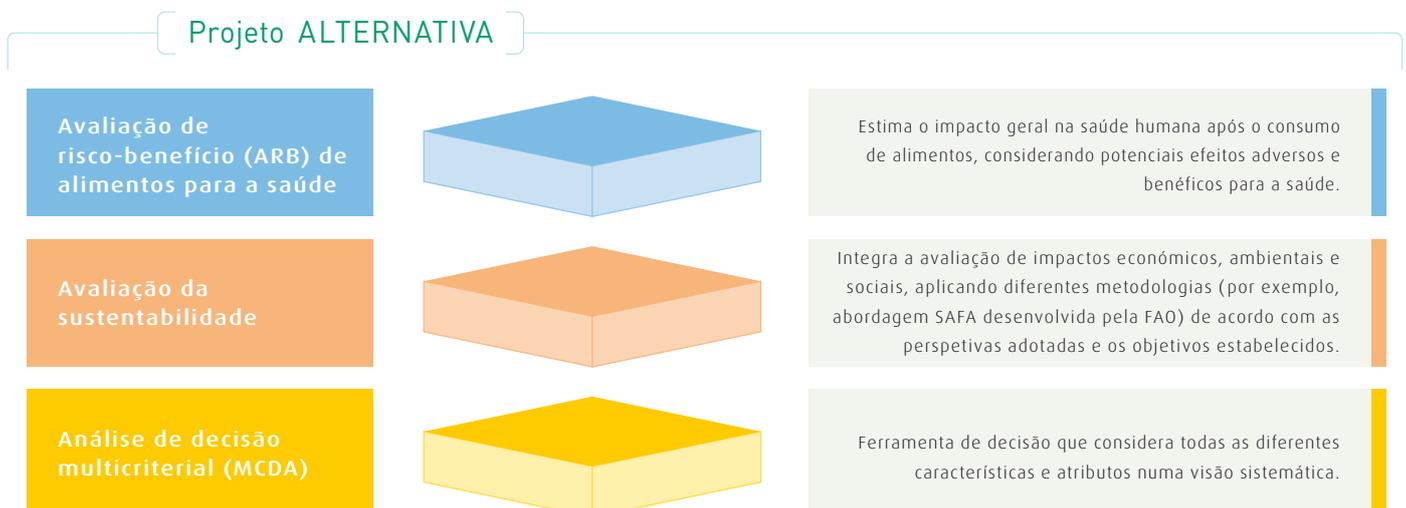
### \_Objetivo

Este artigo pretende discutir os desafios colocados aos sistemas alimentares e a necessidade de avaliar o impacto destes, à luz do projeto ALTERNATIVA (*Alternative sources of protein in European diets – integrating risk-benefit for health and sustainability*) como uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável nas diferentes vertentes – ambiental, social e económica, através de uma metodologia que reúne e combina conhecimentos em avaliação do risco-benefício (ARB) de alimentos e a avaliação da sustentabilidade. Assim, são apresentadas e discutidas as principais preocupações em termos de ambiente, saúde e economia, bem como as diferentes alternativas à proteína de origem animal considerando as suas vantagens e desvantagens.

### \_Metodologia

O projeto ALTERNATIVA visa desenvolver uma abordagem holística para avaliar o impacto de fontes alternativas de proteína, integrando uma avaliação de saúde e sustentabilidade. Especificamente, este projeto visa reunir e combinar conhecimentos em ARB de alimentos e avaliação da sustentabilidade, para aumentar a capacidade dos parceiros envolvidos e permitir a sua aplica-

Figura 2: Metodologias consideradas no projeto ALTERNATIVA (*Alternative sources of protein in European diets – integrating risk-benefit for health and sustainability*).



FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations; SAFA – Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems.



artigos breves\_ n. 12

ção à avaliação do impacto da substituição do consumo de carne vermelha por fontes alternativas de proteína.

**Resultados e discussão**

Tal como mencionado anteriormente, diversas alternativas à proteína de origem animal comumente utilizada, têm sido identificadas nos últimos tempos,

tais como: cereais e leguminosas, insetos comestíveis, micoproteínas e proteínas derivadas de algas, cujas vantagens e desvantagens relativamente às proteínas de origem animal estão sistematizadas na **tabela 1**.

**Tabela 1:** Vantagens e desvantagens de diferentes fontes alternativas à proteína de origem animal, comumente utilizada.

	Vantagens	Desvantagens	Ref. <sup>a</sup>
Cereais e Leguminosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Já integram a dieta humana corrente</li> <li>Produção menos intensiva em recursos e menos destrutiva do ponto de vista ambiental do que a pecuária</li> <li>Menores custos associados à produção</li> <li>Consumo associado a um menor risco de doenças crónicas (ex.: Doença isquémica cardíaca, Diabetes tipo 2, Cancro e Síndrome metabólica)</li> <li>Benefícios nutricionais pela presença de vitaminas, minerais, fibras, antioxidantes, e agentes anti-inflamatórios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteínas vegetais podem não disponibilizar todos os aminoácidos essenciais quando considerados os alimentos de forma individual</li> <li>Elevadas emissões de gases com efeito de estufa</li> <li>Presença de compostos antinutricionais que poderão interferir com algumas funções biológicas</li> <li>Produtos de base vegetal poderão apresentar elevados níveis de pesticidas, contaminantes ambientais e toxinas naturais</li> </ul>	(2) (14) (15) (14) (16)
Insetos comestíveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tradicionalmente consumidos há milhares de anos (especialmente, no Oriente, África e alguns países da América Latina)</li> <li>Reduzido impacto na deflorestação e fertilidade do solo</li> <li>Reduzida pegada ecológica</li> <li>Reduzido consumo de água</li> <li>Reduzidas emissões de gases com efeito de estufa e amónia</li> <li>Ciclos de vida curtos</li> <li>Elevadas taxas de reprodução</li> <li>Composição nutricional bastante variável (elevada variedade de insetos)</li> <li>Taxas de conversão alimentar mais elevadas se considerados os mamíferos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Podem apresentar contaminantes (ex.: metais pesados)</li> <li>Veículo de exposição a compostos produzidos endogenamente (ex.: glicosídeos cianogénicos, benzoquinonas)</li> <li>Reservatório de microrganismos patogénicos (ex.: bactérias, fungos e suas toxinas, parasitas e vírus)</li> </ul>	(17) (2) (18) (19)
Micoproteínas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhorias nos níveis de colesterol no sangue e na resposta glicémica</li> <li>Reduzido teor de gordura e alto teor de proteína e fibra</li> <li>Reduzido teor de sódio e boa fonte de zinco, selénio e antioxidantes</li> <li>Utilização da terra e da água mais eficiente, comparativamente à produção de carne de porco e de frango</li> <li>Reproduz bem o sabor e a consistência da carne, aumentando a aceitação deste substituto da carne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissões de GEEs comparáveis às da produção de carne de porco e de frango</li> <li>Elevado teor de RNA pode levar a um aumento da quantidade de ácido úrico no organismo (risco de gota)</li> <li>Níveis de ferro e vitamina B12 baixos em comparação com os encontrados na carne vermelha</li> <li>Reações alérgicas</li> </ul>	(20)
Proteínas de algas	<ul style="list-style-type: none"> <li>A sua produção não requer irrigação, terra arável e fertilização</li> <li>Propriedades bioativas dos peptídeos de algas marinhas: antioxidantes, anti-hipertensivas, antidiabéticas, anti-inflamatórias, anticancerígenas, entre outras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A sua estrutura e propriedades biológicas estão ainda mal documentadas</li> <li>Efeitos da variação sazonal da composição de algas na bioatividade de seus peptídeos, dificuldades na extração de proteínas da estrutura complexa de algas, segurança dos peptídeos, escalabilidade e reprodutibilidade dos métodos desenvolvidos para a produção de peptídeos bioativos</li> <li>Necessidade de mais estudos sobre a biodisponibilidade dos peptídeos bioativos e de validação dos resultados em modelos animais e testes em humanos antes de sua aplicação para consumo humano (ex.: alimentos funcionais ou ingredientes farmacêuticos)</li> </ul>	(21)



Não existe uma solução única e de aplicação rápida que promova uma mudança global no sentido de uma alimentação mais sustentável e saudável. Para qualquer mudança é necessária uma fase de transição, que permita um processo de avaliação e integração de todas as dimensões envolvidas, isto é, ao nível social, económico e de sustentabilidade ambiental, onde também se incluem os riscos e benefícios para a saúde (22,23).

Neste sentido, o projeto ALTERNATIVA como ferramenta para escolhas alimentares sustentáveis reúne uma equipa multidisciplinar de cinco instituições pertencentes a cinco Estados-Membros da União Europeia – Portugal, Dinamarca, França, Itália e Grécia. O projeto está estruturado em cinco grupos de trabalho (WPs) (figura 3).

De forma a atuar como uma ferramenta para escolhas alimentares saudáveis, com base numa abordagem risco-benefício mais integrativa, que tenha em conta a saúde, aspetos socioeconómicos e sustentabilidade ambiental, o projeto ALTERNATIVA propôs-se a realizar diferentes atividades que se complementam entre si.

São elas:

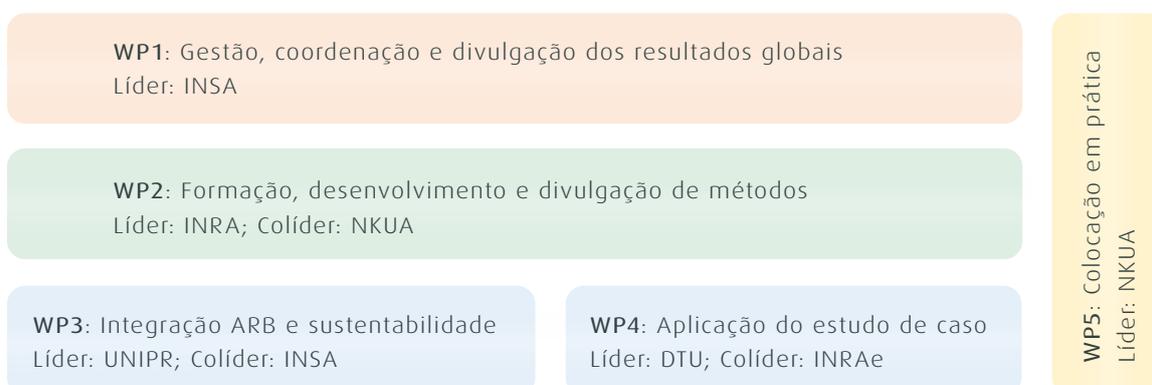
### 1) Sessões de formação

Com esta atividade espera-se a harmonização do conhecimento e aumento da capacidade de todos os parceiros envolvidos sobre as metodologias de ARB de alimentos e de avaliação da sustentabilidade. Os conteúdos destas sessões serão constituídos por duas vertentes principais: i) avaliação do risco-benefício de alimentos; e ii) avaliação da sustentabilidade.

### 2) Criação de um protocolo de integração da avaliação do risco-benefício e da avaliação do impacto da sustentabilidade

Espera-se que o protocolo a ser desenvolvido constitua uma estrutura coerente, que considere as abordagens de ARB atuais com medidas de sustentabilidade de géneros alimentícios e onde os conceitos de saúde e de sustentabilidade ambiental e económica sejam elevados a um nível de maior abrangência, onde mais variáveis são incluídas. Por exemplo, para uma avaliação mais abrangente do impacto na saúde, o conceito de saúde precisa de integrar diferentes variáveis como nutrição, toxicologia, microbiologia e epidemiologia;

**Figura 3:** Estrutura dos grupos de trabalho (WPs) do projeto ALTERNATIVA (*Alternative sources of protein in European diets – integrating risk-benefit for health and sustainability*).



INSA – Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Portugal; UNIPR – University of Parma, Itália; NKUA – National and Kapodistrian University of Athens, Grécia; INRAe – National Research Institute for Agriculture, Food and Environment, França; DTU – National Food Institute, Technical University of Denmark, Dinamarca.



da mesma forma, para uma avaliação mais abrangente da sustentabilidade económica, ambiental e social têm que ser incluídas novas variáveis, tais como valor agregado bruto, distribuição da margem bruta, valor de reputação, análise do ciclo de vida, cálculos de pegada de carbono, igualdade de género, coesão territorial, entre outros. Por outro lado, o desenvolvimento do protocolo servirá de apoio ao desenvolvimento de uma outra atividade, um estudo de caso. Pretende-se que este mesmo protocolo sirva de suporte para futuras avaliações neste âmbito e consequentemente para a formulação de políticas e definição de estratégias para a promoção de sistemas alimentares seguros e sustentáveis.

### 3) Estudo de caso

Através da aplicação do protocolo mencionado anteriormente, o estudo de caso pretende avaliar o impacto da substituição do consumo de carne vermelha por leguminosas, uma fonte vegetal alternativa de proteína, onde poderá ser feita uma avaliação em tempo real da metodologia desenvolvida no protocolo. Este estudo de caso contempla a seleção da fonte alternativa de proteína a ser considerada e dos indicadores para a avaliação da sustentabilidade, recolha e harmonização dos dados necessários à execução da avaliação, avaliação dos impactos na saúde e na sustentabilidade, terminando com a integração de todos os resultados e a comunicação dos principais resultados.

### 4) Grupo focal

Esta atividade teve como objetivo, numa primeira fase, criar um grupo de discussão que tenha em comum o interesse e envolvimento na integração da ARB e na avaliação prática dos impactos da sustentabilidade para assim se conseguirem obter informações sobre o entendimento, interesses, necessidades e questões por parte de todos os envolvidos, existindo assim uma melhor preparação e antevisão dos desafios globais gerados pela mudança atual dos sistemas alimentares e dietas sustentáveis. Esta atividade atua de forma transversal em relação às restantes atividades do projeto ao fazer a ponte entre os aspetos técnicos/cien-

tíficos com a demanda real dos formuladores de políticas, fornecendo uma visão preliminar para a criação do protocolo de integração da avaliação do risco-benefício e da avaliação do impacto da sustentabilidade e, ainda, acumulando o conhecimento gerado pelas sessões de formação e pelo estudo de caso, de forma a aumentar a sua aplicabilidade. Para tal, foi desenvolvido um questionário contemplando:

- duas fases, em que a primeira servirá para identificar os principais tópicos a serem avaliados no questionário e, em que a segunda fase servirá para discutir a versão preliminar do questionário;
- e dois subgrupos, em que um grupo será formado por avaliadores de risco e outro grupo por gestores e comunicadores de risco, com um máximo de dez participantes por subgrupo e com, aproximadamente 1 a 2 horas para cada sessão.

### \_Conclusão

A gestão e antecipação das tendências adversas que a Humanidade enfrenta na atualidade, diretamente associadas às escolhas alimentares das populações, só é possível por meio de uma abordagem holística, que tenha em consideração os diversos impactos (riscos e benefícios) e que integre diferentes áreas científicas, como é o caso da avaliação do risco-benefício e da avaliação do ciclo de vida. Somente desta forma será possível fazer face aos desafios esperados, através da tomada de decisões e da implementação de ações mais adequadas.

Além do reduzido impacto ambiental, as dietas sustentáveis, aquelas que compreendem menos alimentos de origem animal e mais de origem vegetal, contribuem para uma alimentação e nutrição seguras, promovendo uma vida saudável para as gerações presentes e futuras.

O projeto ALTERNATIVA contribuirá para os atuais desafios, fornecendo ferramentas inovadoras para apoiar as melhores decisões sobre as dietas do futuro, garantindo a nutrição humana e a saúde do planeta.



## Financiamento:

Trabalho desenvolvido no âmbito do projeto ALTERNATIVA (*Alternative sources of protein in European diets – integrating risk-benefit for health and sustainability*) financiado pelas EFSA Partnering Grants (Grant Agreement Number – GP/EFSA/ENCO/2020/03 – GA 2).

Os autores declaram que este manuscrito reflete apenas a opinião dos autores e a EFSA não é responsável por qualquer uso que possa ser feito das informações nele contidas = *The authors declare that this manuscript reflects only the authors' view and EFSA is not responsible for any use that may be made of the information it contains*

## Referências bibliográficas:

- (1) Instituto Camões. Ficha temática: Desenvolvimento sustentável e ação climática. [Agenda Pos 2015], p. [4]. [https://www.instituto-camoes.pt/images/agendaPos2015/FichaAED\\_DesenvSustentAcaoClimatica.pdf](https://www.instituto-camoes.pt/images/agendaPos2015/FichaAED_DesenvSustentAcaoClimatica.pdf)
- (2) Fasolin LH, Pereira RN, Pinheiro AC, et al. Emergent food proteins - Towards sustainability, health and innovation. *Food Res Int.* 2019 Nov;125:108586. Epub 2019 Jul 29. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108586>
- (3) Alsaffar AA. Sustainable diets: The interaction between food industry, nutrition, health and the environment. *Food Sci Technol Int.* 2016 Mar;22(2):102-11. Epub 2015 Feb 13. <https://doi.org/10.1177/1082013215572029>
- (4) Tian J (Jingxin), Bryksa BC, Yada RY. Feeding the world into the future – food and nutrition security: the role of food science and technology. *Front Life Sci.* 2016 Jul 2;9(3):155-66. <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1174958>
- (5) Funabashi M. Human augmentation of ecosystems: objectives for food production and science by 2045. *NPJ Sci Food.* 2018 Sep 21;2:16. <https://doi.org/10.1038/s41538-018-0026-4>
- (6) Nadathur SR, Wanasundara JP, Scanlin L (eds). Proteins in the Diet: Challenges in Feeding the Global Population. IN: Sustainable Protein Sources. Elsevier. 2016, pp 1-19.
- (7) Spector TD, Gardner CD. Challenges and opportunities for better nutrition science- an essay by Tim Spector and Christopher Gardner. *BMJ.* 2020 Jun 26;369:m2470. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2470>
- (8) van der Spiegel M, Noordam MY, van der Fels-Klerx HJ. Safety of Novel Protein Sources (Insects, Microalgae, Seaweed, Duckweed, and Rapeseed) and Legislative Aspects for Their Application in Food and Feed Production. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2013 Nov;12(6):662-678. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12032>
- (9) Lynch H, Johnston C, Wharton C. Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients.* 2018 Dec 1;10(12):1841. <https://doi.org/10.3390/nu10121841>
- (10) Chen C, Chaudhary A, Mathys A. Dietary Change Scenarios and Implications for Environmental, Nutrition, Human Health and Economic Dimensions of Food Sustainability. *Nutrients.* 2019 Apr 16;11(4):856. <https://doi.org/10.3390/nu11040856>
- (11) Assunção R, Alvito P, Brazão R, et al. Building capacity in risk-benefit assessment of foods: Lessons learned from the RB4EU project. *Trends Food Sci Technol.* 2019 Sep;91:541-8. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.028>
- (12) Boué G, Guillou S, Antignac J-P, et al. Public Health Risk-benefit Assessment Associated with Food Consumption-A Review. *Eur J Nutr Food Saf.* 2015 Jan 10;5(1):32-58. <https://doi.org/10.9734/EJNFS/2015/12285>
- (13) Pires SM, Boué G, Boobis A, Eneroth H, Hoekstra J, Membré JM, Persson IM, Poulsen M, Ruzante J, van Klaveren J, Thomsen ST, Nauta MJ. Risk Benefit Assessment of foods: Key findings from an international workshop. *Food Res Int.* 2019 Feb;116:859-69. Epub 2018 Sep 10. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.021>
- (14) Lynch H, Johnston C, Wharton C. Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients.* 2018 Dec 1;10(12):1841. <https://doi.org/10.3390/nu10121841>
- (15) Henchion M, Hayes M, Mullen AM, et al. Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. *Foods.* 2017 Jul 20;6(7):53. <https://doi.org/10.3390/foods6070053>
- (16) Lonnie M, Hooker E, Brunstrom JM, et al. Protein for Life: Review of Optimal Protein Intake, Sustainable Dietary Sources and the Effect on Appetite in Ageing Adults. *Nutrients.* 2018 Mar 16;10(3):360. <https://doi.org/10.3390/nu10030360>
- (17) van Huis A, van Itterbeeck J, Mertens H, et al. Edible insects: Future prospects for food and feed security. Rome: Food Agric Organ United Nations, 2013. (FAO Forestry paper; 171). <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>
- (18) Chen J, Fewtrell M, Kennedy G, et al. Nutrition challenges ahead. *EFSA J.* 2016 Jun;14 (S1). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.s0504>
- (19) Loveday SM. Food Proteins: Technological, Nutritional, and Sustainability Attributes of Traditional and Emerging Proteins. *Annu Rev Food Sci Technol.* 2019 Mar 25;10:311-39. Epub 2019 Jan 16. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121128>
- (20) Souza Filho PF, Andersson D, Ferreira JA, et al. Mycoprotein: environmental impact and health aspects. *World J Microbiol Biotechnol.* 2019 Sep 23;35(10):147. <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2723-9>
- (21) Admassu H, Gasmalla MAA, Yang R, et al. Bioactive Peptides Derived from Seaweed Protein and Their Health Benefits: Antihypertensive, Antioxidant, and Antidiabetic Properties. *J Food Sci.* 2018 Jan;83(1):6-16. Epub 2017 Dec 11. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14011>
- (22) Clark MA, Springmann M, Hill J, et al. Multiple health and environmental impacts of foods. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2019 Nov 12;116(46):23357-23362. Epub 2019 Oct 28. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906908116>
- (23) Hollander A, De Jonge R, Biesbroek S, et al. Exploring solutions for healthy, safe, and sustainable fatty acids (EPA and DHA) consumption in The Netherlands. *Sustain Sci.* 2019 Mar 20;14(2):303-13. <http://link.springer.com/10.1007/s11625-018-0607-9>