

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

Sarah Nichele

**TENDÊNCIA DO CONSUMO DE PROTEÍNAS VEGETAIS E A EFICIÊNCIA NA SÍNTESE
PROTEICA MUSCULAR: UMA REVISÃO GLOBAL**

Florianópolis

2021

Sarah Nichele

**TENDÊNCIA DO CONSUMO DE PROTEÍNAS VEGETAIS E A EFICIÊNCIA NA SÍNTESE
PROTEICA MUSCULAR: UMA REVISÃO GLOBAL**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito para a obtenção do título de Bacharel em
Nutrição

Orientador: Profa. Dra. Brunna Cristina Bremer
Boaventura

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra

Nichele, Sarah

Tendência do consumo de proteínas vegetais e a eficiência na síntese proteica muscular: uma revisão global / Sarah Nichele ; orientador, Brunna Cristina Bremer Boaventura, 2021.

45 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Nutrição, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Nutrição. 2. Proteína vegetal. 3. Síntese proteica muscular. 4. Biodisponibilidade proteica. 5. Vegetarianismo. I. Boaventura, Brunna Cristina Bremer. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Nutrição. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA DO ORIENTADOR

Eu, **BRUNNA CRISTINA BREMER BOAVENTURA**, professor(a) do Curso de Graduação em Nutrição, lotado no Departamento de **NUTRIÇÃO**, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), declaro anuência com a versão final do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da aluna **SARAH NICHELE**, submetido ao Repositório Institucional da UFSC.

Florianópolis, 10 de maio de 2021.



Documento assinado digitalmente
Brunna Cristina Bremer Boaventura
Data: 10/05/2021 20:24:27-0300
CPF: 006.951.669-30
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof(a). Dr(a). Brunna Cristina Bremer Boaventura
Orientador(a) do TCC

Este trabalho é dedicado aos meus pais e a minha avó, por todo o apoio na conclusão da graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por todo o esforço para que eu pudesse concluir esta etapa; à minha avó, por todo o suporte prestado e à minha orientadora, pela escuta paciente e por acreditar na minha capacidade.

RESUMO

O interesse por uma dieta com maior proporção de alimentos de origem vegetal em relação à alimentos de origem animal é uma tendência de padrão alimentar mundial. Seja por questões éticas, ambientais ou de saúde, a adoção de padrões alimentares centrados no uso de proteínas vegetais em substituição parcial ou total a proteínas animais vem ganhando mais adeptos. Movida por evidências científicas, questões ambientais e ecológicas, a comunidade científica vem investigando de forma crescente as potencialidades de uma dieta com mais alimentos de origem vegetal, favorecendo assim a promoção de sistemas alimentares mais sustentáveis e eticamente responsáveis. Entretanto, na literatura, ainda residem preocupações quanto à segurança nutricional na adoção de plantas como principal fonte proteica da dieta. As limitações no uso de proteínas vegetais estão centradas em 3 pontos: menor biodisponibilidade, distribuição heterogênea de aminoácidos no reino vegetal e menor conteúdo proteico por porção quando comparadas às fontes proteicas animais. O presente artigo objetiva discorrer sobre as proteínas vegetais como uma fonte segura, suficiente e nutricionalmente adequada de aminoácidos essenciais. Para isso, são descritas problematizações quanto a alegada “ineficiência” das proteínas vegetais e apresentadas soluções para o manejo dos referidos problemas, a fim de fornecer subsídio teórico que assegure a eficácia e potencial benéfico do uso de proteínas vegetais em substituição parcial ou total do consumo de produtos de origem animal. Também são descritas vantagens adicionais na adoção de protocolos baseados em plantas, como menor risco no desenvolvimento de múltiplas doenças crônicas, evidenciando a dieta baseado em plantas e alimento integrais como inclusive, uma estratégia dietoterápica para a prevenção das doenças mais comuns do século 21.

Palavras-chave: Proteína vegetal; Síntese proteica muscular; Biodisponibilidade proteica; Padrões alimentares; Vegetarianismo; Veganismo.

ABSTRACT

The interest in a diet with a higher proportion of plant-based foods in relation to animal-based foods is a global food pattern trend. Whether for ethical, environmental or health reasons, the adoption of dietary standards centered on the use of plant proteins in partial or total replacement to animal proteins has been gaining more followers. Driven by scientific evidence, environmental and ecological issues, the scientific community has been increasingly investigating the potential of a diet with more plant foods, thus favoring the promotion of more sustainable and ethically responsible food systems. However, there are still concerns in the literature regarding nutritional security in the adoption of plants as the main dietary protein source. The limitations in the use of plant protein are centered on 3 points: lower bioavailability, heterogeneous distribution of amino acids in the plant kingdom and lower protein content per serving when compared to animal protein sources. This article aims to defend plant proteins as a safe, sufficient and nutritionally adequate source of essential amino acids. For this, problematizations are described regarding the alleged “inefficiency” of vegetable proteins and solutions are presented for the management of these problems, in order to provide theoretical support that ensures the effectiveness and beneficial potential of the use of plant protein in partial or total replacement of consumption of products of animal origin. Additional advantages are also described in the adoption of plant-based protocols, such as lower risk for multiple chronic diseases, evidencing the whole food, plant-based diet (WFPB) as a diet therapy strategy for the prevention of most common diseases of the 21st century.

Key words: Plant protein, Muscle protein synthesis. Protein bioavailability. Food standards; Vegetarianism; Veganism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vantagens e limitações das proteínas vegetais.....	19
Figura 2 - Possíveis soluções para as limitações das proteínas vegetais.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Teor de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAAs), isolados e total, em diferentes alimentos de origem animal e vegetal (por 100g).....	25
Tabela 2 - Teor proteico de alimentos de origem vegetal e animal (por 100g).....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	METODOLOGIA.....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1	VANTAGENS DE UMA DIETA BASEADA EM PLANTAS	17
4.2	BIODISPONIBILIDADE DAS PROTEÍNAS DE ORIGEM VEGETAL E NECESSIDADES PROTEICAS	20
4.3	PROTEÍNAS VEGETAIS E SÍNTESE PROTEICA MUSCULAR	23
4.4	PARA ALÉM DA SOJA: ALTERNATIVAS PROTEICAS VEGETAIS À PROTEÍNA ANIMAL NA SÍNTESE PROTEICA MUSCULAR.....	26
4.5	AUMENTANDO A QUALIDADE DE FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL.....	28
4.5.1	Ajustes na distribuição heterogênea de aminoácidos no reino vegetal.....	29
4.5.2	Aumentando a biodisponibilidade proteica dos alimentos de origem vegetal	31
4.5.3	Menor conteúdo proteico por porção das fontes alimentares vegetais: adaptações nas quantidades ingeridas	33
4.6	BENEFÍCIOS ADICIONAIS DO USO DE PROTEÍNAS VEGETAIS NA SAÚDE HUMANA.....	35
5	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

O interesse pelas proteínas vegetais é cada vez maior, tanto na comunidade científica quanto pela população em geral. Movidos por um tripé - ética, sustentabilidade e saúde - a procura por substitutos da carne e de suplementos proteicos de origem animal é uma tendência de consumo. Na comunidade científica, o estímulo ao consumo de proteínas vegetais é apontado como uma das principais formas de promoção de sistemas alimentares mais sustentáveis e prevenção de doenças crônicas.

Entretanto, ainda hoje na prática clínica existem preocupações quanto à utilização de proteínas vegetais em substituição parcial ou total a seus correspondentes de origem animal, especialmente em termos de biodisponibilidade, digestibilidade, perfil de aminoácidos e quantidade proteica por porção. Portanto, são necessários estudos que subsidiem as orientações quanto à utilização de fontes proteicas vegetais para suprir de forma adequada, suficiente e segura as necessidades proteicas dos indivíduos.

Neste trabalho serão abordados diferentes aspectos relacionados à utilização das proteínas vegetais na dieta humana, desde sua importância na criação de sistemas alimentares sustentáveis e na prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis, até a conceituação, contextualização e solução das (e para as) limitações envolvidas na utilização das proteínas vegetais. Aspectos relacionados a necessidades proteicas, consumo proteico, limitações e potencialidades das proteínas vegetais, diferentes mecanismos para melhorar a biodisponibilidade proteica, bem como a relação entre proteínas vegetais e síntese proteica muscular também serão abordados. Ainda, por diferencial, o presente trabalho traz novas fontes alimentares de proteínas vegetais que vêm sendo exploradas comercialmente, como as proteínas à base de cereais e tubérculos, e seus desfechos relacionados à síntese proteica muscular observados em diferentes ensaios clínicos.

Atualmente, são escassos na literatura trabalhos de revisão que discorrem sobre a viabilidade da utilização de proteínas advindas das plantas em relação à síntese muscular proteica, especialmente enfatizando sobre as tendências desse padrão de consumo alimentar, a promoção de sistemas alimentares ambiental e ecologicamente sustentáveis, além de desfechos relacionados aos benefícios à saúde humana. Diante do exposto, o presente trabalho se propõe

a discorrer acerca dessa temática e fortalecer, por meio de evidências científicas, o conhecimento quanto à capacidade das proteínas vegetais serem utilizadas de forma ampliada na dieta humana, de forma segura.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Discorrer sobre os principais aspectos relacionados à tendência sobre a utilização das proteínas vegetais na dieta, como uma alternativa sustentável e nutricionalmente adequada à utilização de proteínas de origem animal, na eficiência da síntese muscular proteica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Especificar as limitações do uso de proteínas vegetais na dieta humana, bem como as respectivas soluções encontradas na literatura para cada um dos problemas;
- Trazer na forma narrativa um compilado das evidências científicas quanto à utilização de proteínas vegetais de diferentes fontes alimentares e desfechos centrados na síntese proteica muscular;
- Apresentar as vantagens adicionais do uso de proteínas vegetais em substituição total ou parcial às proteínas de origem animal.

3 METODOLOGIA

Os artigos incluídos neste trabalho de revisão narrativa foram identificados por meio de estratégias convencionais de busca de palavras-chave na base de dados *PubMed*. Para os diferentes aspectos abordados no trabalho, realizou-se uma ampla busca pela literatura, priorizando artigos publicados em revistas de maior impacto na área da saúde e nutrição e datas de publicação recentes, dos últimos 10 anos, com exceção das tabelas e valores de referência estabelecidos para aminoácidos e composição nutricional de alimentos das organizações mundiais de referência, ou artigos de relevância já consolidada na área de estudo que datam de anos anteriores. Para o primeiro tópico sobre as vantagens das dietas baseadas em plantas, as palavras-chave utilizadas incluíram “*vegetarian diets*”, “*vegan diets*”, “*plant based diets*”, “*food trends*”, “*sustainability*”, “*sustainable*”, “*health outcomes*”, “*health*”, entre outras. Ainda, foram utilizados artigos já conhecidos e avaliados anteriormente para a composição do tópico, pertinentes ao tema levantado. No segundo tópico, a busca na literatura enfatizou a qualidade proteica dos alimentos de origem vegetal, com os mesmos termos sendo utilizados somados a “*protein quality*”, “*protein digestibility*”, “*plant protein*” e “*amino acids*”. Da mesma forma, artigos já estudados anteriormente foram utilizados para fortalecer a argumentação, usando os critérios de inclusão listados acima. Para o tópico relacionado às proteínas vegetais e síntese proteica muscular, além de artigos de revisão e meta-análises, foram incluídos ensaios clínicos, randomizados ou não. Como estratégia de busca no Pubmed, utilizou-se ainda os seguintes termos: (“Plant Protein”[Title/Abstract] OR “plant proteins”[Title/Abstract] OR “vegetable protein”[Title/Abstract] OR “vegetable proteins”[Title/Abstract] OR “plant-based protein”[Title/Abstract] OR “plant-based proteins”[Title/Abstract] OR “pea protein”[Title/Abstract] OR “leaves protein”[Title/Abstract] OR “peanut protein”[Title/Abstract] OR “almond protein”[Title/Abstract] OR “nuts protein”[Title/Abstract] OR “oat protein”[Title/Abstract] OR “quinoa protein”[Title/Abstract] OR “maize protein”[Title/Abstract] OR “lentil protein”[Title/Abstract] OR “spirulina protein”[Title/Abstract] OR “rice protein”[Title/Abstract] OR “wheat protein”[Title/Abstract] OR “hemp protein”[Title/Abstract] OR “fungi protein”[Title/Abstract] OR “microalgae protein”[Title/Abstract] OR “algae protein”[Title/Abstract] OR “potato protein”[Title/Abstract] OR “corn protein”[Title/Abstract] OR “lupin protein”[Title/Abstract] OR “soy protein”[Title/Abstract] OR “beans protein”[Title/Abstract] OR “bean protein”[Title/Abstract]

OR "pulses protein"[Title/Abstract] OR "pulse protein"[Title/Abstract])) AND (muscle) AND (Exercise OR older OR sarcopenia OR ageing OR elderly OR diet* OR supplement.

Para o tópico sobre o aumento da qualidade proteica das fontes proteicas vegetais, foram procurados artigos acerca das formas para melhorar a digestibilidade e biodisponibilidade de proteínas vegetais. Neste tópico, foram incluídas as diferentes limitações das proteínas de origem vegetal e as formas relatadas na literatura para manejar e melhorar essas limitações. Nesta parte, relacionou-se as chaves de busca "*plant protein*" e "*digestibility*", além de utilizar artigos que já haviam sido encontrados pelas buscas anteriores.

Por fim, o último tópico de discussão deste trabalho de revisão, no qual é tratado sobre os benefícios adicionais à saúde proporcionados pelo consumo de proteínas vegetais, objetivou-se ampliar a visão quanto à utilização das proteínas vegetais, não centrando a redação apenas na qualidade proteica das proteínas vegetais, mas em todos os atributos adicionais, especialmente com relação à prevenção e tratamento de doenças crônicas. Para este tópico, além de contar com artigos previamente selecionados, utilizou-se os termos "*vegetarian diets*" "*vegan diets*" e "*plant protein*" e "*health outcomes*", "*health*", "*cardiovascular disease*", "*diabetes*" "*insulin sensitivity*", "*cancer*", "*antioxidants*", "*inflammation*", "*gut microbiota*", "*heart disease*".

É importante ressaltar que o objetivo central do trabalho foi discorrer quanto a utilização dietética das proteínas de origem vegetal, ressaltando de forma similar tanto os aspectos positivos quanto negativos. De tal forma, as limitações e possíveis prejuízos da utilização de plantas para suprir necessidades proteicas não foram omitidas, porém buscou-se solucionar essas questões tendo em vista a importância do tema no desenvolvimento de sistemas alimentares mais sustentáveis em termos globais e locais.

4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VANTAGENS DE UMA DIETA BASEADA EM PLANTAS

O veganismo é uma tendência global na indústria alimentícia, juntamente com os superalimentos (*superfoods*), os alimentos integrais (do inglês, *whole foods*), os alimentos crus (do inglês, *raw foods*) e os alimentos de comércio justo (do inglês, *fairtrade*) (WENG SI, 2020), todos estes termos estão relacionados com a chamada dieta baseada em plantas (do inglês, *plant-based diet*). No ano de 2019, as indústrias norte-americanas e europeias no segmento de alimentos e bebidas foram avaliadas em mais de 21,4 bilhões de dólares (WOUNSH, 2020), mostrando a importância econômica deste setor emergente. O veganismo, que um dia começou como movimento ético e filosófico, centrado no antiespecismo e na luta pelos direitos dos animais, hoje assume o caráter de tendência global de consumo (WENG SI, 2020). As indústrias dos ramos têxtil, cosmético e alimentar têm sua forma de produção cada vez mais influenciada por tal ideologia, que atualmente não se resume simplesmente à causa de proteção animal, mas abrange causas multissetoriais, estando fortemente relacionada a pautas ambientais, de sustentabilidade e de saúde coletiva (JANSSEN, 2016).

Adotar uma dieta baseada em plantas é uma decisão incentivada por um tripé: ética, sustentabilidade e saúde. Razões éticas, que estão centradas na preocupação com o bem-estar animal, deram início ao que entendemos como veganismo e são ainda hoje o principal motivo declarado por veganos para mediar a mudança de padrão alimentar e de estilo de vida (HARGREAVES, 2020; JANSSEN, 2016).

As razões ambientais são também comumente relatadas por novos vegetarianos e veganos para a adoção desse estilo de vida e filosofia. A pecuária, da forma como é conduzida no atual modelo de sistema alimentar, tornou-se um dos grandes responsáveis pelas mudanças climáticas e desequilíbrios ambientais dos últimos anos (FAO, 2016). A produção e o consumo de fontes de proteína de origem animal estão associados a maiores emissões de gases de efeito estufa, enquanto as fontes de proteína de origem vegetal podem ser consideradas ambientalmente mais sustentáveis (GORISSEN; WITARD, 2018). Como reportado no documento elaborado pela Comissão EAT-Lancet sobre dietas saudáveis a partir de sistemas alimentares sustentáveis (WILLET, 2019), existe uma necessidade urgente de reestruturar a forma como construímos nossos sistemas alimentares e planejar formas alternativas de torná-

los mais sustentáveis para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU. Nesse sentido, esses autores categoricamente reiteram a necessidade de diminuir o consumo de proteína animal e aumentar o consumo de legumes, oleaginosas e sementes como alternativa proteica. A justificativa é justamente o enorme impacto negativo que a agropecuária exerce sobre os mares, a terra e a atmosfera, além da associação entre o consumo de carnes, especialmente carne vermelha, e desenvolvimento de doenças como câncer, obesidade e doenças cardiovasculares. Para que sejamos capazes de alimentar toda a população mundial até o ano de 2050, mudanças estruturais e individuais são necessárias, e estas incluem a diminuição em 50% do consumo de proteína animal e açúcar, além de um aumento de 100% no consumo de alimentos de origem vegetal (WILLET, 2019).

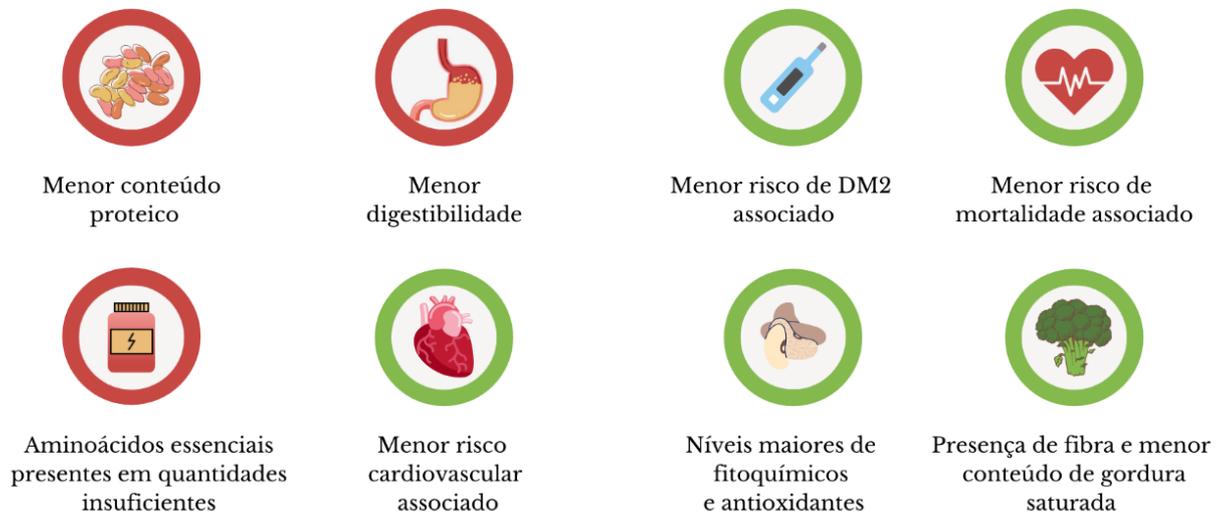
Por último, a justificativa para a adesão de um padrão alimentar baseado em plantas é a prevenção e a manutenção da saúde, buscando um estilo de vida saudável e equilibrado. Importantes estudos observacionais têm demonstrado que o padrão alimentar baseado em plantas está fortemente associado à diminuição do risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (SIAPCO-SEGOVIA; SABATÉ, 2019). Uma revisão sistemática concluiu que dietas vegetarianas estão associadas com a redução do risco de obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes, hipercolesterolemia e menor incidência de câncer (OUSSALAH *et al.*, 2020). Além disso, uma pesquisa realizada com a população brasileira (HARGREAVES *et al.*, 2020), concluiu que o padrão alimentar de vegetarianos possui menores quantidades de alimentos ultraprocessados, com formulações ricas em gordura, açúcar e sal, e maiores quantidades de alimentos *in natura* e minimamente processados, o que também justifica a menor incidência de DCNT.

Nas últimas décadas, as maiores causas de mortalidade e morbidade tem sido as DCNT (GBD, 2020), o que justifica incentivar um padrão alimentar baseado em plantas como uma forma economicamente viável de promover saúde, inclusive na esfera coletiva. Ressalta-se que no contexto brasileiro a mortalidade por doenças cardiovasculares representou aproximadamente 28% do total de óbitos ocorridos no país (SIQUEIRA, 2017). Os custos estimados por doenças cardiovasculares foram de R\$ 37,1 bilhões de reais no ano de 2015, um aumento percentual de 17% no período de 2010 a 2015 (SIQUEIRA, 2017). Nos Estados Unidos, o orçamento de 2018 do *National Institutes of Health* (NIH) para doenças cardiovasculares e câncer foi de 8,6 bilhões de dólares (GBD, 2020), o que demonstra o grande investimento governamental em saúde decorrente da incidência dessas doenças. Pensar saúde,

em tal contexto, não é pensar somente na esfera individual, mas também nas consequências econômicas e sociais dos padrões alimentares comumente adotados na cultura do país e mundial.

Sendo assim, surge a necessidade de aprofundar o conhecimento científico acerca da segurança alimentar e impactos na saúde a partir da substituição total ou parcial de produtos de origem animal por produtos de origem vegetal. O padrão alimentar baseado em plantas não é somente mais uma tendência de mercado, como tantas outras, mas uma das formas mais sustentáveis, éticas e economicamente favoráveis e se alimentar (MELINA; CRAIG; LEVIN, 2016). Desta maneira, entender as peculiaridades dos alimentos proteicos de origem vegetal em relação a sua eficiência proteica se faz necessário para otimizar a adoção desse padrão alimentar em ascensão (TILMAN, 2014; WILLET, 2019). A Figura 1 apresenta as principais vantagens e limitações das proteínas vegetais.

Figura 1. Vantagens e limitações das proteínas vegetais.



As imagens marcadas com o círculo verde representam vantagens encontradas na literatura; as imagens marcadas com o símbolo vermelho representam as desvantagens. Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4.2 BIODISPONIBILIDADE DAS PROTEÍNAS DE ORIGEM VEGETAL E NECESSIDADES PROTEICAS

O consumo de proteína é ainda hoje visto como uma limitação de padrões alimentares baseados em plantas. Alguns fatores são descritos na literatura como limitantes das proteínas de origem vegetal, como a biodisponibilidade e a digestibilidade das proteínas vegetais, além da presença de aminoácidos limitantes nos alimentos de origem vegetal (BERRAZAGA *et al.*, 2019). A partir de diferentes métodos de avaliação da digestibilidade das proteínas de origem vegetal, observa-se, de fato, uma menor biodisponibilidade das proteínas de origem vegetal quando comparada às proteínas de origem animal (BERRAZAGA *et al.*, 2019). Há, porém, a necessidade de se levar em consideração as limitações dos métodos de análise de proteínas dos alimentos, que utilizam, como regra, as formas cruas dos alimentos, o que desfavorece a biodisponibilidade da proteína vegetal, que têm sua absorção aumentada a partir de técnicas de processamento, como cocção, germinação e remolho (SÁ, MORENO, CARCIOFI, 2019). No que tange a avaliação do conteúdo proteico de diferentes fontes proteicas animais e vegetais, são dois os principais métodos utilizados: o Índice de Aminoácidos Corrigido pela Digestibilidade Proteica (PDCAAS) e o Índice de Aminoácidos Indispensáveis Digeríveis (DIAAS).

O PDCAAS leva em consideração uma combinação entre o valor químico da composição de aminoácidos do alimento de teste e o valor biológico real de absorção em sua integridade, e não somente da fração proteica após a extração (RIZZO; BARONI, 2017), sendo o método oficial adotado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), e Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (MARINANJELI; HOUSE, 2018).

O DIAAS se assemelha ao PDCAAS, pois requer o conteúdo absoluto de proteína e os níveis de aminoácidos indispensáveis para um determinado alimento, no entanto usa os coeficientes de digestibilidade ileal de cada aminoácido como um constituinte dos alimentos, em contraste com o PDCAAS que usa a digestibilidade fecal de toda a proteína para determinar a verdadeira digestibilidade ileal dos aminoácidos indispensáveis presentes.

Dentre os dois índices de biodisponibilidade proteica, é provável que o DIAAS forneça uma avaliação mais precisa da qualidade da proteína, seguido pelo método PDCAAS (MARINANJELI; HOUSE, 2018). Nesse contexto, Herreman e colaboradores (2020)

revisaram o score de diferentes fontes proteicas seguindo o método DIAAS. Os autores identificaram que as os alimentos com as proteínas classificadas com melhor qualidade, tendo um DIAAS maior que 100, foram a carne de porco, a caseína, o ovo e a proteína de batata; as proteínas do soro de leite e da soja foram igualmente classificadas como proteínas de alta qualidade, com um DIAAS médio ≥ 75 . Proteínas da gelatina e demais proteínas vegetais (tremoço, canola, milho, cânhamo, fava, aveia, ervilha e arroz) são classificadas na categoria de “não declaração de qualidade”, com um DIAAS inferior a 75. Entretanto, os autores afirmam que as proteínas da batata, soja e ervilha podem complementar uma ampla gama de proteínas vegetais, elevando o DIAAS das proteínas vegetais quando fornecidas na forma de misturas proteicas e em proporções maiores. De tal forma, a combinação de diferentes fontes de proteínas vegetais demonstra potencial para alcançar uma eficiência nutricional desejável (HERREMAN *et al.*, 2020).

No entanto, é importante ressaltar sobre a viabilidade e aplicabilidade dos métodos de aferição da biodisponibilidade proteica quando aplicados a proteínas vegetais. O método DIAAS, ainda que apresente muitos pontos fortes em relação ao seu pressuposto teórico, possui limitações substanciais na aferição da qualidade proteica vegetal (CRADDOCK *et al.*, 2020). Tais limitações incluem falhas em traduzir os fatores de conversão de nitrogênio para proteína, que são diferentes entre alimentos vegetais e animais; uma representação limitada de alimentos vegetais comumente consumidos dentro da estrutura de pontuação; a deficiência no reconhecimento do aumento da digestibilidade das plantas após tratamento térmico e processamento, visto que as aferições são comumente produzidas com os grãos na sua forma crua; sua formulação centrada em modelos animais de crescimento rápido, em vez de humanos; e, por último, o foco de análise em alimentos isolados e não na matriz alimentar e na combinação de diferentes fontes alimentares de proteína vegetal. Essas limitações variadas e consideráveis, evidenciam a necessidade de questionar a aplicabilidade de tal pontuação na aferição de proteína de fontes proteicas de origem vegetal. Uma aferição inadequada leva a conclusões precipitadas que pouco refletem a realidade e propagam uma ideia superficial e precipitada quanto a suposta “inferioridade” de proteínas vegetais, limitando o potencial nutricional dos grãos, sementes e isolados proteicos vegetais. Sendo assim, ao investigar sobre a biodisponibilidade das proteínas de origem vegetal, deve-se interpretar com cautela os dados obtidos pelo método DIAAS (CRADDOCK *et al.*, 2020).

De fato, o teor proteico das fontes alimentares de origem vegetal é menor quando comparado ao das fontes de origem animal (Tabela 2). Ainda, proteínas de origem vegetal apresentam os chamados aminoácidos limitantes, ou seja, aqueles que não se encontram disponíveis em quantidade suficiente segundo valores de referência estabelecidos pela FAO (PIRES *et al.*, 2006). Sendo assim, a fim de atingir quantidades suficientes de todos os aminoácidos, dietas vegetarianas devem ser variadas e contemplar diariamente porções dos diferentes grupos alimentares, em especial leguminosas e cereais, a fim de completar os aminoácidos limitantes. Um exemplo bastante comum para completar o perfil de aminoácidos de fontes alimentares proteicas vegetais é a combinação de leguminosas e cereais. As leguminosas possuem limitações na quantidade de aminoácidos sulfurados, como a cisteína e a metionina, mas possuem quantidades abundantes de aminoácidos de cadeia ramificada, como a leucina, e do aminoácido lisina, os quais são limitantes em cereais. Já os cereais, por sua vez, oferecem quantidades suficientes de aminoácidos sulfurados, contemplando assim a limitação das leguminosas (GORISSEN; WITARD, 2018).

Para indivíduos saudáveis, a faixa percentual de recomendação nutricional de consumo de proteínas é de 10-35% do consumo calórico total diário, contemplando um valor de 0,8 g/kg/dia (TRUMBO *et al.*, 2002). No contexto de dietas para ganho ou manutenção de massa muscular em atletas e praticantes de exercícios físicos, a recomendação é de 1,2-2,0 g/kg/dia (KERKSICK *et al.*, 2018; THOMAS *et al.*, 2016).

Considerando a recomendação nutricional diária de proteínas, Mariotti e Gardner (2019) analisaram a distribuição de consumo de macronutrientes entre populações ovolactovegetarianas, veganas e onívoras de diferentes estudos. Em todos os estudos analisados, o consumo médio de proteína dos ovolactovegetarianos e veganos mostrou-se dentro dos valores sugeridos pela AMDR, ainda que o consumo proteico dessas populações seja inferior ao de populações onívoras (MARIOTTI; GARDNER, 2019). A exemplo, no estudo observacional *EPIC-Oxford* (UK) encontra-se um consumo proteico pela população vegana correspondente à 13,1% das calorias diárias, o que se converte a uma ingestão proteica de 0,99 g/kg/dia; já no *Adventist Health Study-2*, o consumo proteico corresponde à 14% das calorias totais consumidas, equivalente a 71g de proteína por dia (~1,2g/kg/dia); um estudo belga citado chegou a, em média, 82g de proteína consumidas diariamente pela população vegana (~1,3g/kg/dia). A ingestão média dos estudos compilados por Mariotti e Gardner (2019) variou de 62 g/dia a 82 g/dia (1,0 a 1,3 g/kg/dia), valores acima dos 50 g estabelecidos como

um valor de referência padrão para a recomendação de 0,8g/kg/dia, e percentualmente acima do limite inferior dos valores de referência estabelecidos para indivíduos saudáveis. Ou seja, ainda que o consumo de proteína seja menor entre vegetarianos quando comparado ao consumo proteico de onívoros, ele mostra-se suficiente quando comparado aos valores de recomendação (MARIOTTI; GARDNER, 2019). No entanto, ressalta-se que para indivíduos saudáveis com necessidades nutricionais diárias aumentadas de proteínas, como por exemplo atletas e praticantes de exercício físico, os quais tenham um padrão alimentar vegano ou vegetariano, o consumo de alimentos/suplementos proteicos deve ser administrado conforme a quantidade recomendada.

Assim, com um planejamento alimentar adequado, com atenção às fontes de aminoácidos essenciais e aminoácidos de cadeia ramificada; um consumo energético e proteico suficiente; e o cuidado em manter uma variedade de fontes proteicas de origem vegetal, combinando diferentes grupos alimentares nas refeições; torna-se possível atingir as recomendações nutricionais usando proteínas vegetais, seja consumindo-as de forma isolada ou mesclando com proteínas de origem animal (MARIOTTI; GARDNER, 2019; HERREMAN *et al.*, 2020; GORISSEN; WITARD, 2018).

4.3 PROTEÍNAS VEGETAIS E SÍNTESE PROTEICA MUSCULAR

Uma outra questão importante reside na capacidade e eficácia das proteínas de origem vegetal na ativação e execução de vias de síntese proteica muscular. Proteínas de origem vegetal diferem de proteínas de origem animal em velocidade de digestão e absorção, o que em teoria poderia afetar os processos de catabolismo e anabolismo e a estimulação aguda da síntese proteica muscular (KERKSICK *et al.*, 2018). Suplementos proteicos à base de soja tem uma absorção mais lenta quando comparado ao *whey protein* e mais rápida quando comparado à caseína (BERRAZAGA *et al.*, 2019). Também já foi demonstrado que a leucina presente no suplemento de arroz foi absorvida mais rapidamente quando comparada à proteína do soro do leite, em ensaio clínico *crossover* envolvendo homens treinados (PURPURA *et al.*, 2014). De tal forma, ensaios clínicos já foram extensivamente realizados na literatura para aferir se as discrepâncias entre proteínas vegetais e animais efetivamente atrapalham os desfechos de

interesse, como ganho de massa muscular, ganho de força e síntese proteica muscular em indivíduos treinados e não treinados.

Messina et al. (2018) revisaram estudos que compararam os efeitos da suplementação com proteína de soja versus proteína animal nos ganhos de massa muscular e força em resposta ao exercício de resistência. Os autores incluíram nove estudos envolvendo 266 participantes na meta-análise: cinco estudos compararam proteína do soro de leite com proteína de soja e quatro compararam proteína de soja com outras proteínas animais (proteína de carne vermelha, whey ou proteína de lácteos, conforme descrito pelo próprio artigo). Por conclusão dessa meta-análise, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas no ganho de massa muscular e de força entre os grupos que suplementaram com proteína de soja e proteína do soro do leite, ou proteína de soja e outras proteínas de origem animal (MESSINA et al., 2018). Em avaliações prévias, suplementos à base de ervilha (BABALT *et al.*, 2015) e arroz (JOY, 2013) demonstraram ser tão capazes quanto a proteína do soro do leite em relação à promoção de ganhos de força.

A promoção da síntese proteica muscular é condicionada pelo contato com fatores como o estímulo ambiental suficiente através do treinamento de força; insulina, adrenalina, Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) e aminoácidos estimuladores da via mTOR, tais como os aminoácidos de cadeia ramificada, especialmente a leucina. A fim de estimular a síntese proteica muscular, o consumo agudo de leucina sugerido por refeição corresponde a 0,7 g a 3,0 g (KERKSICK *et al.*, 2018). Suplementos proteicos à base de arroz e soja, ainda que sejam constituídos de quantidades inferiores de leucina quando comparados à proteína do soro do leite, encontram-se dentro dos valores de leucina, conforme descrito na Tabela 1. Gorissen e colaboradores (2018) reportaram sobre a estimativa relacionada à quantidade ideal de aminoácidos essenciais e leucina para estimular a síntese proteica muscular. Os autores demonstraram que 32 g de suplemento proteico à base de soro de leite ofereceu 10,9 g de aminoácidos essenciais e 2,7 g de leucina (GORISSEN *et al.*, 2018). Além disso, os autores demonstraram que proteínas vegetais podem fornecer a mesma quantidade de leucina que a proteína do soro do leite, apenas ajustando a quantidade de proteína ingerida (GORISSEN *et al.*, 2018). Por exemplo, para alcançar o mesmo teor de leucina de 2,7 g da proteína do soro do leite ou da proteína do ovo (albumina), que equivalem a 25 g/32 g (proteína isolada/matéria-prima total) e 39 g/77 g, respectivamente, são necessárias as seguintes quantidades dos suplementos proteicos vegetais: 20 g/31 g de milho, 33 g/41 g de batata, 37 g/47 g de arroz

integral, 38 g/48 g de ervilha, 40 g/55 g de soja, 45 g/55 g de trigo, 47 g/73 g de aveia, 48 g/69 g de microalgas, 52 g/ 86 g de tremoço e 54 g/105 g de cânhamo (GORISSEN *et al.*, 2018).

Portanto, de modo geral, contanto que haja adequação nas quantidades de aminoácidos de cadeia ramificada, especialmente no teor de leucina, e que se consumam quantidades suficientes de proteína de origem vegetal, com atenção às variações nas quantidades necessárias para estimular a síntese proteica, como demonstrado na Tabela 1, as proteínas de origem vegetal têm um potencial similar às proteínas de origem animal na síntese proteica muscular (MESSINA *et al.*, 2018; BABALT *et al.*, 2015; JOY, 2013; GORISSEN *et al.*, 2018). Ressalta-se que, conforme apresentado na Tabela 1, mesmo alimentos em sua matriz original, os quais são consumidos normalmente na alimentação diária, e não necessariamente suplementos proteicos isolados, fornecem quantidades satisfatórias de BCAAs, inclusive de leucina isolada. Sendo assim, considerando um dia alimentar com diferentes refeições, incluindo uma variedade de alimentos, torna-se possível alcançar as quantidades recomendadas, sem haver real necessidade de fazer qualquer suplementação proteica na maioria dos casos. Atenção especial deve ser dada em manter quantidades suficientes de consumo proteico na dieta de acordo com as recomendações para as diferentes fases de treinamento físico, além de manter uma diversidade alimentar que inclua leguminosas, cereais e/ou suplementos proteicos em todas as refeições. Combinar diferentes fontes alimentares de proteína de base vegetal ou mesclar proteínas de base animal e vegetal pode fornecer características que se assemelham às características típicas das proteínas animais.

Tabela 1. Teor de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAAs), isolados e total, em diferentes alimentos de origem animal e vegetal (por 100g).

Alimento	Leucina (g)	Isoleucina (g)	Valina (g)	BCAAs (g)
Proteína do soro do leite (<i>whey protein</i>)	7,60	4,50	3,95	16,06
Proteína isolada de soja	6,78	4,25	4,09	15,12
Proteína isolada de arroz	6,25	4,01	4,13	14,39
Peixe branco, assado	2,04	1,22	1,28	4,54
Carne bovina, moída, cozida	2,00	1,13	1,26	4,39
Queijo mozzarella	1,80	1,13	1,32	4,25

Amendoim, cru	1,67	0,90	1,08	3,65
Amêndoas, cruas	1,47	0,75	0,85	3,07
Grãos de soja cozidos, sem sal	1,35	0,80	0,83	2,98
Aveia, crua	1,30	0,66	0,96	2,92
Ovo cozido, inteiro	1,07	0,68	0,76	2,51
Peito de frango, cozido sem sal	1,10	0,66	0,71	2,47
Clara de ovo	1,02	0,60	0,77	2,39
Feijão preto, cozido	0,70	0,39	0,46	1,55
Grão de bico, cozido	0,63	0,38	0,37	1,38
Ervilhas cozidas sem sal	0,32	0,19	0,23	0,74
Leite integral, 3,25% de gordura	0,29	0,16	0,20	0,65
Quinoa, cozida	0,26	0,15	0,14	0,59
Arroz branco cozido	0,19	0,10	0,14	0,43
Cogumelo shitake grelhado	0,18	0,11	0,14	0,43
Batata cozida	0,11	0,07	0,10	0,28

Fonte: USDA, 2019.

4.4 PARA ALÉM DA SOJA: ALTERNATIVAS PROTEICAS VEGETAIS À PROTEÍNA ANIMAL NA SÍNTESE PROTEICA MUSCULAR

Para além do espectro tradicional de proteínas vegetais centrado na soja, novas alternativas à proteína animal surgem no mercado, evidenciando o leque de possibilidades que o reino vegetal oferece. A soja, embora seja um dos poucos alimentos de origem vegetal que naturalmente não possui aminoácidos limitantes, sendo considerada uma “proteína completa” (HOFFMAN; FALVO, 2004), é conhecida por questões que ultrapassam as barreiras da composição nutricional dos alimentos (TSATSAKIS *et al*, 2017), tais como a transgenia e a grande utilização de defensivos agrícolas no modelo moderno de cultivo do grão, o que gera uma preocupação não somente quanto ao impacto na saúde humana, mas também na saúde do

solo (MESNAGE; SÉRALINI, 2018). Sendo assim, torna-se cada vez mais importante avaliar a composição e o potencial nutricional de fontes proteicas vegetais alternativas.

López *et al.* (2018) analisaram as proteínas isoladas da chia, amaranto e quinoa, e verificaram que a digestibilidade *in vitro* foi similar à do arroz, milho e feijão. Gorissen *et al.* (2018) avaliaram o teor proteico de diferentes amostras comerciais de suplementos proteicos (aveia, tremoço, trigo, cânhamo, microalgas, soja, arroz integral, ervilha, milho, batata, leite, soro de leite, caseinato, caseína e ovo), e, apesar de identificarem uma grande diferença entre as fontes analisadas, os autores identificaram os maiores teores proteicos de origem vegetal presentes nas amostras de arroz integral, ervilha, batata e trigo. De acordo com a FAO (WHO/FAO/UNU EXPERT CONSULTATION, 2007), o teor e a distribuição de aminoácidos das proteínas de aveia, tremoço, trigo, cânhamo e microalgas, estão abaixo das necessidades referidas. Como exposto por Gorissen *et al.* (2018), as proteínas vegetais que atingiram ou ultrapassaram os valores de referência de necessidades de aminoácidos foram as tradicionais proteínas de arroz, soja e ervilha, mas também as proteínas de milho e batata, sendo especialmente elevadas em leucina, abrindo espaço para novas pesquisas envolvendo tais alternativas proteicas. Diferentemente de outras proteínas vegetais, a proteína da batata e da quinoa, além da soja, contém quantidades suficientes de todos os aminoácidos essenciais (HOFFMAN; FALVO, 2004; GORISSEN; WITARD, 2018).

Em ensaio clínico randomizado, Oikawa *et al.* (2020) verificaram o efeito da suplementação de proteína da batata na síntese proteica muscular diária, com e sem treinamento resistido, onde mulheres participantes do grupo intervenção receberam 2 doses diárias de 25 g de proteína de batata. Foi relatado, pela primeira vez, que a ingestão do suplemento de batata resultou em aumento das taxas de síntese proteica muscular quando consumido em doses duas vezes maiores que a recomendação diária para proteína (1,6 g/kg/dia) de indivíduos saudáveis.

Em um ensaio clínico duplo-cego, randomizado, placebo-controlado, 161 homens, com idades entre 18 e 35 anos foram submetidos a 12 semanas de treinamento de resistência e divididos em 3 grupos: suplementação com proteína do soro do leite, proteína de ervilha ou grupo placebo (BABAULT *et al.*, 2015). Os autores demonstraram que a suplementação com proteína de ervilha promoveu maior aumento da espessura muscular em relação ao placebo e nenhuma diferença foi obtida entre os dois grupos que suplementaram com proteína isolada com relação ao ganho de força muscular (BABAULT *et al.*, 2015).

A suplementação com proteínas derivadas de grãos com propriedades funcionais pode ainda ser relevante para outros parâmetros relacionados à prática de exercício físico, além da síntese proteica muscular. Xia e colaboradores (2018) avaliaram os efeitos da suplementação de proteína de aveia no dano muscular esquelético, na inflamação e na recuperação após treinamento a partir de um teste de força dinâmica máxima. Os autores identificaram que a suplementação com proteína de aveia por 19 dias aliviou notavelmente a dor excêntrica induzida pelo exercício, reduziu a elevação das concentrações plasmáticas de IL-6 e proteína C reativa, inibiu o edema de membros pós exercício e atenuou os efeitos adversos pós treinamento de força (XIA *et al.*, 2018).

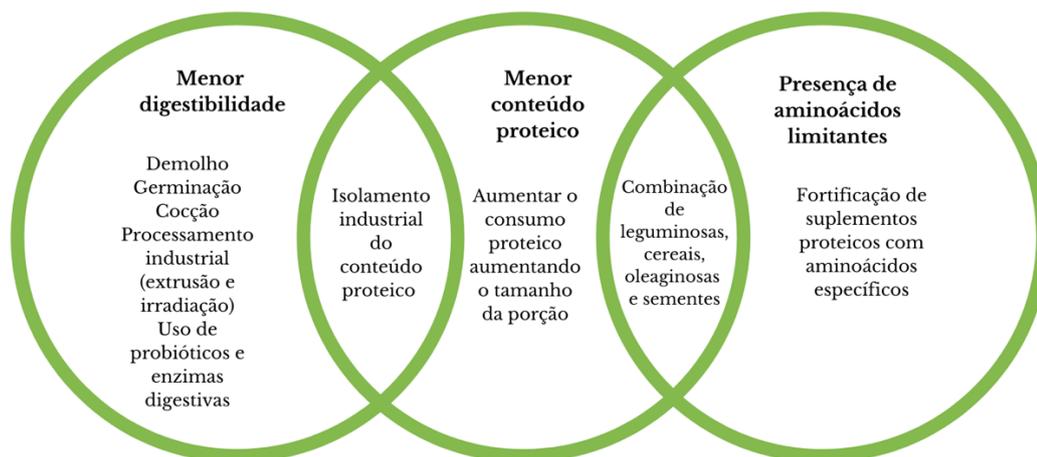
Uma solução para alternativas proteicas que não atingem os valores de referência estabelecidos para aminoácidos seria o enriquecimento industrial com aminoácidos limitantes específicos, especialmente os aminoácidos de cadeia ramificada, deficitários nas proteínas isoladas (BERRAZAGA *et al.*, 2019). Além disso, o consumo de suplementos contendo BCAAs isolados, como a leucina, é uma prática comum adotada por praticantes de exercício físico. Ainda que a utilização de BCAAs em forma de suplemento não tenha seu uso respaldado pelas diretrizes em nutrição esportiva (CLOSE *et al.*, 2016), é necessário lembrar que tais postulações são afirmadas no contexto de indivíduos onívoros. No contexto de dietas vegetarianas, poderia ser interessante a utilização de aminoácidos isolados (de origem vegetal) se a recomendação de aminoácidos específicos não for atingida a partir da alimentação (MARIOTTI; GARDNER, 2019)

4.5 AUMENTANDO A QUALIDADE DE FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL

A qualidade da proteína se refere ao perfil de aminoácidos, sua biodisponibilidade e digestibilidade, permitindo a absorção dos aminoácidos e a manutenção adequada do balanço nitrogenado (SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2019). As limitações no uso de proteínas vegetais estão centradas em três pontos principais: menor biodisponibilidade, distribuição heterogênea de aminoácidos no reino vegetal e menor conteúdo proteico por porção quando comparadas às fontes proteicas animais. Desta maneira, a seguir são sugeridos ajustes que contemplam essas limitações intrínsecas das proteínas de origem vegetal, os quais objetivam tornar exequível a

otimização da qualidade nutricional dessas fontes alimentares. As limitações e vantagens quanto ao uso das proteínas vegetais estão apresentadas na Figura 2.

Figura 2. Soluções possíveis para as limitações das proteínas vegetais.



Soluções propostas pela literatura para melhorar a biodisponibilidade das proteínas vegetais. Os círculos representam as categorias das limitações relatadas. Abaixo, as diferentes soluções possíveis propostas. As intersecções dos círculos são soluções que melhoram 2 dos aspectos apresentados. Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4.5.1 Ajustes na distribuição heterogênea de aminoácidos no reino vegetal

O aminograma das plantas difere das proteínas de origem animal. No reino vegetal, os aminoácidos estão presentes em diferentes concentrações entre os grupos alimentares (PIRES, C *et al*, 2006). A distribuição heterogênea de aminoácidos no reino vegetal somada a menor digestibilidade das proteínas vegetais tendeu a categorizar a maior parte das plantas como fontes proteicas de menor qualidade, ou “proteína incompleta”. De fato, quando analisados os alimentos de forma isolada, a lisina é presente em proporções menores do que as ideais para as necessidades humanas em cereais como milho, aveia e arroz; em contraste, as quantidades de aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína) nas leguminosas, em geral, são ligeiramente menores do que seria ideal para as necessidades humanas (MARIOTTI; GARDNER, 2019; GORISSEN; WITARD, 2018).

Essa questão cunha o termo “aminoácido limitante”, usado para se referir aos aminoácidos presentes em quantidades insuficientes em plantas. A questão da presença de “aminoácidos limitantes” nos alimentos de origem vegetal torna-se um problema em cenários onde a diversidade alimentar é muito baixa e o consumo de proteínas se restringe a somente um grupo alimentar ou um tipo de alimento, cenário que não reflete a realidade da maior parte da população. Pensando na realidade da sociedade hoje, a presença de aminoácidos limitantes nos alimentos de origem vegetal torna-se facilmente manejável, pois o simples ato de variar a ingestão alimentar e incluir diferentes grupos alimentares, como cereais, leguminosas e sementes durante o dia já garante a oferta suficiente de proteínas, quando as necessidades energéticas são atingidas, conforme descrito por Melina, Craig e Levin (2016, apud MANGELS; MESSINA; MESSINA, 2007), o que é confirmado por uma série de estudos populacionais revisados por Mariotti e Gardner (2019). De tal forma, na atualidade, o termo “proteína incompleta” para se referir a proteínas vegetais pode induzir a um erro de percepção quanto à utilização de proteínas vegetais na dieta, pois desconsidera a variedade alimentar que se faz presente nas dietas vegetarianas e se mostra suficiente para assegurar a ingestão de todos os 20 aminoácidos e os 9 aminoácidos essenciais, como mencionado no posicionamento sobre dietas vegetarianas da *Academy of Nutrition and Dietetics* (MELINA; CRAIG; LEVIN, 2016).

Ainda, qualquer defasagem no teor proteico de suplementos proteicos concentrados ou isolados pode ser corrigida industrialmente pela adição de aminoácidos isolados, da mesma forma que já se produzem isolados proteicos encapsulados para comercialização, como por exemplo a leucina. Desta maneira, a fim de se obter uma quantidade ótima de todos os aminoácidos, respeitando as recomendações proteicas aumentadas propostas pelas diretrizes de nutrição esportiva, o enriquecimento de proteínas isoladas vegetais com aminoácidos específicos pode ser uma forma de assegurar a ingestão suficiente de todos os aminoácidos (GORISSEN *et al.*, 2018; BERRAZAGA *et al.*, 2019). Esta alternativa possibilita que o aumento da quantidade do suplemento proteico consumido não seja a única opção para assegurar os valores recomendados, possibilitando assim uma otimização da qualidade proteica das fontes vegetais em dosagens usualmente consumidas por outros suplementos de origem animal.

Além disso, outra estratégia que a indústria de alimentos pode introduzir em suas formulações para suplementos proteicos, seria a mesclagem de fontes proteicas animais e vegetais em um mesmo produto (BERRAZAGA *et al.*, 2019), possibilitando assim diminuir a

proporção de ingredientes de origem animal e aumentando o uso de ingredientes vegetais, como também assegurando teores satisfatórios de todos os aminoácidos essenciais, nas quantidades recomendadas. Essa alternativa, não se aplicaria estritamente a indivíduos com padrão alimentar vegano, no entanto incentivam o aumento da inclusão de fontes alimentares vegetais nas formulações proteicas padrões. O que se observa em amostras comerciais de suplementos proteicos são apenas misturas (*blends*) de alimentos do mesmo reino, vegetal ou animal.

4.5.2 Aumentando a biodisponibilidade proteica dos alimentos de origem vegetal

Nos últimos 100 anos, uma série de métodos foram desenvolvidos para aferir a qualidade proteica dos alimentos. Os valores de biodisponibilidade aferidos e a qualidade proteica diferem entre os métodos de avaliação de qualidade proteica, dependendo da metodologia adotada por modelos biológicos, químicos ou físicos (BERRAZAGA *et al*, 2019). Independente do método adotado, é importante salientar a forma ou o estado em que os alimentos vegetais são analisados quando passam por métodos de aferição da qualidade proteica, os quais influenciam na biodisponibilidade da proteína desses alimentos. A maioria das análises são realizadas com os alimentos vegetais em sua forma crua, os quais não passaram por processos de aquecimento, remolho, ou hidrólise, o que desfavorece enormemente a biodisponibilidade proteica desses alimentos, principalmente por apresentarem inibidores de proteases e fatores antinutricionais que prejudicam sua absorção (MARIOTTI; GARDNER, 2019; SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2019).

A biodisponibilidade das proteínas é afetada por componentes como estrutura da proteína, quantidade de fibras e presença de inibidores de proteases e fatores antinutricionais, tais como fitatos, lectinas, polifenóis e polissacarídeos não-amiláceos, os quais fazem parte da composição intrínseca dos alimentos de origem vegetal (GILANI; XIAO; COCKELL, 2012). Os fatores antinutricionais podem inibir a digestão proteica por interagir negativamente com proteases e aumentar a excreção de nitrogênio pelas fezes. Como resultado, proteínas vegetais, especialmente analisadas em sua forma crua e não processada, em geral têm uma menor digestibilidade constatada (75%-80%) quando comparado às proteínas de origem animal (90-95%) (SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2019).

Como regra, proteínas de origem vegetal precisam passar por processamento para melhorar a biodisponibilidade dos seus nutrientes, não somente de proteínas, mas também de minerais relacionados direta ou indiretamente à síntese proteica, como o ferro e o zinco. A germinação, a fermentação, o remolho, o descasque e a cocção são algumas das técnicas de processamento que podem ser empregadas para melhorar a biodisponibilidade proteica dos grãos, as quais são consideradas técnicas simples e efetivas que podem ser empregadas em ambiente doméstico (SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2019).

Outras técnicas, como a irradiação e a extrusão podem ser realizadas pela indústria de alimentos a fim de melhorar a biodisponibilidade das proteínas vegetais, sendo a técnica de extrusão já comumente empregada na indústria da soja para a produção da proteína texturizada de soja (SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2019). Técnicas como a hidrólise enzimática e a fabricação de concentrados ou isolados proteicos vegetais também são comuns na indústria de alimentos e aumentam a digestibilidade das proteínas alimentares (DIAS *et al.*, 2010; Yang *et al.* 2012). A fabricação de isolados proteicos a base de sementes ou grãos é capaz de reduzir drasticamente a concentração de taninos e fitatos em comparação com farinhas de leguminosas ou sementes cruas (SANCHEZ-VIOQUE *et al.*, 1999; ADENEKAN *et al.*, 2017; SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2019). O processamento usado para produzir concentrados e isolados proteicos comercialmente disponíveis à base de leguminosas possibilita inativar até 80% da atividade dos inibidores de tripsina presentes na farinha das leguminosas em sua forma crua (GILANI; XIAO; COCKELL, 2012).

Sendo assim, tanto o processamento doméstico quanto o industrial são capazes de elevar a biodisponibilidade e a qualidade das proteínas vegetais. No entanto, mais estudos são necessários para elucidar sobre a biodisponibilidade entre espécies vegetais e animais, a partir da utilização de recursos de processamento de alimentos.

Outro recurso que pode otimizar a qualidade proteica dos alimentos de origem vegetal é o emprego de probióticos e enzimas digestivas, os quais podem ser utilizados para melhorar a digestibilidade de proteínas vegetais e superar as discrepâncias absorptivas entre proteínas vegetais e animais (KERKSICK *et al.*, 2018).

De tal forma, tais estratégias relacionadas ao emprego de processos que otimizem a biodisponibilidade proteica, tais como aquecimento, maceração, remolho, germinação, entre outros, além de consumir concomitantemente probióticos e enzimas digestivas, poderiam ser utilizadas para melhorar a digestibilidade e absorção das proteínas de origem vegetal.

4.5.3 Menor conteúdo proteico por porção das fontes alimentares vegetais: adaptações nas quantidades ingeridas

No reino vegetal, os grupos alimentares com maiores concentrações de proteína são as leguminosas, as sementes e castanhas e os cereais. Os alimentos de origem vegetal possuem menor teor proteico quando comparados às carnes, no entanto, as quantidades são semelhantes quando se compara a outras fontes alimentares animais como o leite e os ovos. A Tabela 2 apresenta a quantidade de proteína por 100g de alguns alimentos de origem animal e vegetal.

Tabela 2. Teor proteico em 100g de alimentos de origem vegetal e animal.

Alimento	Proteína (g)/100g TACO	kcal/100g TACO	Proteína (g)/100g USDA	kcal/100g USDA
Proteína texturizada de soja	ND	ND	52,0	350
Soja em grãos	ND	ND	16,9	217
Bebida de soja	ND	ND	2,6	43
Tofu	7,0	62	7,0	71
Proteína isolada de soja	ND	ND	88,0	335
Soro do leite	ND	ND	58,1	359
Grão de bico cozido	ND	ND	8,8	164
Feijão preto cozido	4,5	67	8,8	132
Lentilha cozida	6,3	93	9,0	116
Ervilha cozida	4,6	74	5,6	84
Pasta de amendoim	22,5	600	22,5	597
Aveia crua	14,0	394	13,1	379
Quinoa cozida	ND	ND	4,4	120
Arroz branco cozido	128,0	2,5	130,0	2,4
Peito do frango grelhado	33,0	219	29,6	176

Ovo cozido	13,0	146	12,5	155
Clara de ovo	13,4	59	10,7	52
Leite de vaca integral	3,0	56	3,1	61
Queijo mozzarella	22,6	330	22,1	299
Carne bovina, acém, cozida	26,7	212	25,7	270
Peixe branco assado	26,6	122	23,3	115
Batata inglesa cozida	1,2	52	1,9	87
Cogumelo shitake grelhado	ND	ND	3,4	39

ND, não determinado. Fonte: NEPA, 2011; USDA, 2019.

De forma geral, essa quantidade menor de proteínas presente nos alimentos de origem vegetal é acompanhada de um valor calórico menor, visto que plantas possuem mais fibras e água (especialmente grãos cozidos). De tal forma, a questão do menor teor proteico das proteínas vegetais pode ser amenizada com o aumento do volume das refeições. Sugere-se que doses de 20 g de proteína por refeição são suficientes para garantir uma resposta máxima na síntese proteica muscular (MOORE *et al.*, 2009). Sendo assim, um volume maior de alimentos de origem vegetal, que seja suficiente para prover em torno de 20 g de proteína por refeição, além da combinação de diferentes grupos alimentares para assegurar o consumo de todos os aminoácidos essenciais, pode garantir uma eficácia similar à das proteínas de origem animal. De fato, como demonstrado por HEVIA-LARRAÍN *et al.* (2021), uma dieta rica em proteínas (~1,6 g/kg/dia), exclusivamente à base de plantas (alimentos de origem vegetal + suplementação de proteína de soja isolada), não foi diferente de uma dieta mista de proteína (alimentos de origem vegetal e animal + suplementação de proteína do soro de leite) na força muscular e no aumento de massa muscular, sugerindo que a fonte de proteína não afeta as adaptações induzidas pelo treinamento de resistência em homens jovens não treinados que consomem quantidades adequadas de proteína. No entanto, ressalta-se que é preciso garantir que as quantidades de proteína sejam adequadas, o que resulta em um consumo maior em volume de alimentos, considerando a baixa densidade proteica dos alimentos de origem vegetal em relação aos alimentos de origem animal.

4.6 BENEFÍCIOS ADICIONAIS DO USO DE PROTEÍNAS VEGETAIS NA SAÚDE HUMANA

Ainda que o cerne do presente artigo esteja estabelecido na proteína derivada de espécies vegetais, é importante ampliar a visão quanto ao papel das proteínas de origem vegetal na dieta. Dissertar sobre proteínas vegetais, suas fontes, biodisponibilidade e sua importância na dieta humana pode ser ampliado para uma visão que privilegie todos os outros atributos associados às proteínas vegetais: desde micronutrientes e fibras até compostos bioativos e suas propriedades funcionais, especialmente no que tange a prevenção de DCNT.

O consumo de proteínas de origem vegetal foi associado com menor risco de mortalidade em indivíduos com pelo menos um dos fatores de estilo de vida pouco saudáveis (fumo, consumo excessivo de álcool, sobrepeso ou obesidade e inatividade física) (SONG *et al.*, 2016). Em ensaio clínico conduzido por Virtanen *et al.* (2019), que acompanhou mais de 2600 indivíduos por um período médio de 22 anos, a maior proporção de proteína animal-planta e um maior consumo de carne vermelha e carne de frango foram associados ao aumento do risco de mortalidade, especialmente entre aqueles indivíduos com histórico de diabetes tipo 2, doença cardiovascular ou câncer. Ainda, os autores não observaram associação positiva entre mortalidade e ingestão de peixes, ovos, laticínios ou fontes de proteína vegetal (VIRTANEN *et al.*, 2019).

Pensando no crescimento epidemiológico acelerado das DCNT e no impacto socioeconômico causado por doenças como diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares e doenças inflamatórias, o aumento no consumo de proteínas de origem vegetal, podem colaborar para a melhora desse cenário. Dados recentes de um grande estudo de coorte confirmaram que as proteínas animais, especialmente carnes processadas e carne vermelha, estão associadas ao aumento do risco de doenças cardiovasculares e diabetes, mesmo quando ajustados para variáveis de estilo de vida e fatores dietéticos ou nutricionais (MARIOTTI, 2019). Adicionalmente, meta-análises de estudos prospectivos, demonstraram associações inversas entre o consumo de frutas, vegetais, grãos integrais e oleaginosas e o risco de doenças cardiovasculares, câncer total e mortalidade por todas as causas (CHAREONRUNGRUEANGCHAI *et al.*, 2020; AUNE, 2019).

Muitos dos benefícios das proteínas vegetais relatados em estudos observacionais ou de intervenção são decorrentes das quantidades significativas de nutrientes como fibras, ácidos graxos insaturados, vitamina C, carotenoides, flavonoides, potássio e vitamina E, os quais estão associados a risco reduzido de doenças cardiovasculares, câncer e mortalidade por todas as causas (AUNE *et al.*, 2018; SACKS *et al.*, 2017; CLIFTON; KEOGH, 2017; SOLIMAN, 2019). Estudos observacionais fornecem evidências de que uma maior ingestão de proteínas de origem vegetal está associada a um risco menor de desenvolver diabetes tipo 2, sendo provável que seus numerosos componentes não proteicos (por exemplo, fibras e fitoquímicos) sejam os principais responsáveis por tal benefício à saúde (COMERFORD; PASIN, 2016).

Proteínas vegetais também exercem um efeito significativo sobre a microbiota intestinal, que por sua vez exerce importante influência sobre o sistema imunológico e a saúde como um todo (ROOKS; GARRET, 2016). A microbiota, seus metabólitos e seus componentes não são apenas necessários para a homeostase imunológica, mas também influenciam a suscetibilidade do hospedeiro ao desenvolvimento de doenças e distúrbios imunomediados (ROOKS; GARRET, 2016). Fibras dietéticas e compostos fenólicos são os principais moduladores da microbiota intestinal, no entanto ressalta-se que a complexidade e a singularidade da microbiota intestinal são resultados de toda a ingestão de alimentos, juntamente com outros fatores ambientais (ROSÁRIO; FERNANDES; TRINDADE, 2016). Ainda assim, diversas populações de bactérias intestinais intercedem nos efeitos benéficos por meio da fermentação das fibras dietéticas para produzir ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), sinais endógenos com papéis importantes na homeostase lipídica e a redução da inflamação, atuando na manutenção de um sistema imunológico funcional (MAKKI *et al.*, 2018). Levando-se em consideração que fibras solúveis e insolúveis são encontradas na composição de alimentos como leguminosas, cereais e oleaginosas, que são grupos alimentares fontes de proteína vegetal, observa-se uma estreita relação entre o consumo de proteínas vegetais e a manutenção de uma microbiota intestinal equilibrada (MAKKI *et al.*, 2018).

Ainda, com relação ao perfil inflamatório da dieta e suas consequências fisiológicas e imunológicas, o consumo de uma dieta baseada em proteínas vegetais pode efetivamente resultar na melhora de marcadores pró-inflamatórios como proteína C reativa, interleucina-6, fibrinogênio e concentrações de leucócitos, melhorando a responsividade dos linfócitos e a funcionalidade das células *natural killer* (CRADDOCK *et al.*, 2020). Esses benefícios das proteínas vegetais também se relacionam com o maior consumo de fitoquímicos e menor

consumo de carboidratos refinados e de gorduras saturadas (CRADDOCK *et al.*, 2020). Tal alegação já foi inclusive utilizada para incitar a discussão da utilização de proteínas vegetais e padrões alimentares baseados em plantas a fim de otimizar a performance no *endurance* (CRADDOCK *et al.*, 2020).

De tal forma, é visto que a contribuição das proteínas vegetais para a dieta vai além do mecanismo de ativação de vias de síntese proteica ou do aporte nutricional para o aumento e manutenção da massa muscular, atuando em diferentes mecanismos relacionados à diminuição da inflamação e controle glicêmico e lipídico, consequentemente diminuindo o risco de desenvolvimento de DCNT.

5 CONCLUSÃO

Atualmente, a discussão com relação às fontes proteicas da dieta é não somente pertinente, mas necessária. O presente trabalho se propôs a discorrer sobre o papel das proteínas vegetais como uma alternativa segura e nutricionalmente adequada na síntese muscular proteica, tendo em vista a viabilidade comercial dos alimentos de origem vegetal enquanto tendência de consumo, por serem uma opção de menor impacto ambiental comparada às proteínas de origem animal, e por estarem relacionados a benefícios à saúde.

As limitações apresentadas na literatura e aqui resumidas foram a distribuição heterogênea de aminoácidos no reino vegetal, a menor biodisponibilidade proteica e o menor conteúdo proteico por porção. No entanto, essas limitações podem ser ajustadas a partir da combinação de diferentes grupos alimentares ao longo do dia, os quais favorecem o consumo de todos os aminoácidos essenciais; da utilização de processos que aumentem a biodisponibilidade das proteínas vegetais, tais como técnicas de preparo e de cocção, além do uso de probióticos e enzimas digestivas; e do aumento do tamanho das porções de alimentos e suplementos proteicos vegetais, visto que o menor teor proteico é também acompanhado, na maior parte dos casos, de menor valor calórico consumido.

Ressalta-se que há ainda uma ampla gama de fontes alimentares de proteínas vegetais que precisam ser estudadas, abrindo espaço para novos ensaios clínicos. Dos ensaios atuais, os suplementos proteicos vegetais mais estudados são soja, ervilha, arroz e batata, os quais se mostraram tão eficientes quanto os suplementos proteicos de origem animal nos desfechos de síntese proteica muscular e ganho de força, contanto que a quantidade de aminoácidos essenciais fornecida fosse a mesma.

Por fim, é importante ampliar a visão quanto ao uso das fontes proteicas em funções para além da síntese proteica muscular. Dietas baseadas em plantas, que têm como base proteínas vegetais, estão associadas a um menor risco de desenvolvimento de DCNT e menor mortalidade.

Diante do exposto, com ajustes no volume consumido, aplicação de técnicas dietéticas básicas e combinação de grupos alimentares, as proteínas vegetais são seguras, nutricionalmente adequadas e podem fazer parte do planejamento alimentar de indivíduos saudáveis, inclusive praticantes de exercício físico. Além disso, o consumo aumentado de

proteínas de origem vegetal apresenta como vantagens adicionais um menor impacto ambiental e um forte papel na prevenção de DCNT.

REFERÊNCIAS

- ABBAFATI, C. *et al.* Five insights from the Global Burden of Disease Study 2019. **The Lancet**, v. 396, n. 10258, p. 1135–1159, 2020.
- ADENEKAN, M. K. *et al.* Effect of isolation techniques on the characteristics of pigeon pea (*Cajanus cajan*) protein isolates. **Food Science and Nutrition**, v. 6, n. 1, p. 146–152, 2018.
- AUNE, Dagfinn. Plant Foods, Antioxidant Biomarkers, and the Risk of Cardiovascular Disease, Cancer, and Mortality: A Review of the Evidence. **Advances in Nutrition**, vol. 10, no. 4, p. 404–421, 2019.
- AUNE, D. *et al.* Dietary intake and blood concentrations of antioxidants and the risk of cardiovascular disease, total cancer, and all-cause mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, vol. 108, no. 5, p. 1069–1091, 2018.
- BABAULT, N. *et al.* Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: A double-blind, randomized, Placebo-controlled clinical trial vs. Whey protein. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 1–9, 2015.
- BERRAZAGA, I. *et al.* The role of the anabolic properties of plant-versus animal-based protein sources in supporting muscle mass maintenance: a critical review. **Nutrients**, v. 11, n. 8, 2019.
- CHAREONRUNGRUEANGCHAI, K. *et al.* Dietary Factors and Risks of Cardiovascular Diseases: An Umbrella Review. **Nutrients**, vol. 12, no. 1088, p. 1–18, 2020.
- CLIFTON P. M, Keogh J. B. A systematic review of the effect of dietary saturated and polyunsaturated fat on heart disease. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, vol. 12, no. 1, p. 1060–1080, 2017
- CLOSE, G. L. *et al.* New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 144–158, 2016.
- COMERFORD, K. B.; PASIN, G. Emerging evidence for the importance of dietary protein source on glucoregulatory markers and type 2 diabetes: Different effects of dairy, meat, fish, egg, and plant protein foods. **Nutrients**, v. 8, n. 8, 2016.
- CRADDOCK, J. C. *et al.* Plant-based eating patterns and endurance performance: A focus on inflammation, oxidative stress and immune responses. **Nutrition Bulletin**, v. 45, n. 2, p. 123–132, 2020.
- DIAS, D. R. *et al.* In vitro protein digestibility of enzymatically pre-treated bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour using commercial protease and *Bacillus* sp. protease. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 94–99, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Livestock & climate change**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016, 16p.

GORISSEN, S. H.M. *et al.* Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. **Amino Acids**, v. 50, n. 12, p. 1685–1695, 2018.

GORISSEN, S. H.M, WITARD O. C. Characterising the muscle anabolic potential of dairy, meat and plant-based protein sources in older adults. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 77, p. 20–31, 2018.

HERREMAN, L. *et al.* Comprehensive overview of the quality of plant- And animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score. **Food Science and Nutrition**, v. 8, n. 10, p. 5379–5391, 2020.

HEVIA-LARRAÍN, V. *et al.* High-Protein Plant-Based Diet Versus a Protein-Matched Omnivorous Diet to Support Resistance Training Adaptations: A Comparison Between Habitual Vegans and Omnivores. **Sports medicine**. 2021.

HOFFMAN, J. R.; FALVO, M. J. Protein- Witch is best? **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 3, n. 3, p. 118–130, 2004.

JANSSEN, M. *et al.* Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. **Appetite**, v. 105. p. 643–651, 2016.

JOINT WHO/FAO/UNU EXPERT CONSULTATION. Energy and protein requirements. **World Health Organisation Technical Report Series**, v. 724, p. 1-206, 1985.

JOINT WHO/FAO/UNU EXPERT CONSULTATION. Protein and amino acid requirements in human nutrition. **World Health Organisation Technical Report Series**, v. 935, p. 1-265, 2007.

JOY, J. M. *et al.* The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. **Nutrition Journal**, v. 12, n. 1, p. 1–7, 2013.

KERKSICK, C.M. *et al.* ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 38. 2018.

LÓPEZ, D. N. *et al.* Amaranth, quinoa and chia protein isolates: Physicochemical and structural properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, p. 152–159, 2018.

MAKKI, K. *et al.* The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. **Cell Host Microbe**, vol. 23, no. 6, p. 705–715, 2018.

MANGELS, R.; MESSINA, V.; MESSINA, M.. **The dietitian's guide to vegetarian diets: Issues and applications**. 3 ed. Londres: Jones & Bartlett Learning, 2011.

MARINANGELI, C. P.F.; HOUSE, J. D. Potential impact of the digestible indispensable amino acid score as a measure of protein quality on dietary regulations and health. **Nutrition Reviews**, v. 75, n. 8, p. 658–667, 2017.

MARIOTTI, F; GARDNER, C. D. Dietary protein and amino acids in vegetarian diets—A review. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 1–19, 2019.

MATHAI, J. K.; LIU, Y.; STEIN, H. H. Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). **British Journal of Nutrition**, v. 117, n. 4, p. 490–499, 2017.

MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 12, p. 1970–1980, 2016.

MESNAGE, R.; SÉRALINI, G. Editorial: Toxicity of Pesticides on Health and Environment. **Frontiers in Public Health**, v. 6, s/n, p. 2–5, 2018.

MESSINA, M. *et al.* No difference between the effects of supplementing with soy protein versus animal protein on gains in muscle mass and strength in response to resistance exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 6, p. 674–685, 2018.

MINEVICH, J. *et al.* Digestive enzymes reduce quality differences between plant and animal proteins: a double-blind crossover study. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 1–26, 2015.

MOORE, R. D. R. *et al.* Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 89, n. 1, p. 161–168, 2009.

NAKANO, E. Y. *et al.* Brazilian vegetarians diet quality markers and comparison with the general population : A nationwide cross-sectional study. **PLoS ONE**, v. 15, n. 5, p. 1–21, 2020.

NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4th ed. Campinas, Brasil, 2011.

OIKAWA, S. Y. *et al.* Potato Protein Isolate Stimulates Muscle Protein Synthesis at Rest and with Resistance Exercise in Young Women. **Nutrients**, v. 12, n. 5, 2020.

OUSSALAH, A. *et al.* Health Outcomes Associated with Vegetarian Diets: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 11, p. 3283–3307, 2020.

PIRES, C. V. *et al.* Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 179–187, 2006.

PURPURA, M. *et al.* A Comparison of Blood Amino Acid Concentrations Following Ingestion of Rice and Whey Protein Isolate A Double-Blind Crossover Study. **Journal of Nutrition and Health Sciences**, v. 1, n. 3, p. 1–9, 2014.

ROOKS, M. G.; GARRETT, W. S. Gut microbiota, metabolites and host immunity. **Nature Reviews Immunology**, v. 16, n. 6, p. 341–352, 2016.

ROSARIO, V. A. do; FERNANDES, R.; TRINDADE, E. B. S. de M. Vegetarian diets and gut microbiota: important shifts in markers of metabolism and cardiovascular disease. **Nutrition Reviews**, vol. 74, no. 7, p. 444–454, 2016.

SÁ, A. G. A.; MORENO, Y. M. F.; CARCIOFI, B. A. G. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, n. 20, p. 3367–3386, 2019.

SACKS, F. M. *et al.* Dietary Fats and Cardiovascular Disease: A Presidential Advisory From the American Heart Association. **Circulation**, vol. 136, no. 3, p. 1–23, 2017.

SÁNCHEZ-VIOQUE, R. *et al.* Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum* L.): Chemical composition, functional properties and protein characterization. **Food Chemistry**, v. 64, n. 2, p. 237–243, 1999.

SARWAR GILANI, G; WU XIAO, C.; COCKELL, K. A. Impact of Antinutritional Factors in Food Proteins on the Digestibility of Protein and the Bioavailability of Amino Acids and on Protein Quality. **The British Journal of Nutrition**, v. 108, p. 315–332, 2012.

SEGOVIA-SIAPCO, G.; SABATÉ, J.. Health and sustainability outcomes of vegetarian dietary patterns: a revisit of the EPIC-Oxford and the Adventist Health Study-2 cohorts. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, p. 60-70, 2019.

SIQUEIRA, A. de S. E.; DE SIQUEIRA-FILHO, A. G.; LAND, M. G. P. Análise do impacto econômico das doenças cardiovasculares nos últimos cinco anos no Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 1, p. 39–46, 2017.

SOLIMAN, Ghada A. Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. **Nutrients**, vol. 11, no. 5, p. 1–11, 2019.

SONG, M. *et al.* Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. **JAMA internal medicine**, v. 176, n. 10, p. 1453–1463. 2016.

THOMAS, T. D. *et al.* Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 3, p. 501–528, 2016.

TILMAN, D.; CLARK, M.. Global diets link environmental sustainability and human health. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 518–522, 2014.

TRUMBO, P. *et al.* Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. **Journal of the American Dietetic Association**. v. 102, n. 11, p. 1621-30, 2002.

TSATSAKIS, A. M. *et al.* Impact on environment, ecosystem, diversity and health from culturing and using GMOs as feed and food. **Food and Chemical Toxicology**, v. 107, p. 108–121, 2017.

TURNER-MCGRIEVY, G.; MANDES, T.; CRIMARCO, A. A plant-based diet for overweight and obesity prevention and treatment. **Journal of Geriatric Cardiology**, v. 14, n. 5, p. 369–374, 2017.

United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service. **FoodData Central**. Disponível em: <fdc.nal.usda.gov>. Acesso: 5 março 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA. BIBLIOTECA CENTRAL. **Procedimentos para apresentação e normalização de trabalhos acadêmicos (NBR 14724:2011)**. BU/UFSC: Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/180829>. Acesso em: 4 abril 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA. BIBLIOTECA CENTRAL. **Tutorial de formatação de trabalhos acadêmicos A4 utilizando o WORD**. Florianópolis: BU/UFSC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/198045>. Acesso em: 4 abril 2021.

VIRTANEN, H. E. K. *et al.* Dietary proteins and protein sources and risk of death: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. **The American journal of clinical nutrition**, v. 109,5, p. 1462-1471. 2019.

WENG SI, Lei. In: Food and society. **Trending foods and beverages**. 2020, p.305-321.

WILLETT, W. *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **The Lancet**, v. 393, n. 10170, p. 447–492, 2019.

WRIGHT, N. *et al.* The BROAD study: A randomised controlled trial using a whole food plant-based diet in the community for obesity, ischaemic heart disease or diabetes. **Nutrition and Diabetes**, v. 7, n. 3, 2017.

WUNSCH, Nils-Gerrit. **Value of the plant-based food and beverage market worldwide in 2019, by region**. Consumer Goods and FMCG, Food and Nutrition. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/1092520/global-plant-based-food-and-beverage-market-value-by-region/>> Acesso em: 12 abril 2021.

XIA, Z. *et al.* Effects of oat protein supplementation on skeletal muscle damage, inflammation and performance recovery following downhill running in untrained collegiate men. **The Royal Society of Chemistry**, v. 9, p. 4720-4729, 2018.