

**Universidade de Lisboa**

**Faculdade de Farmácia**



# **Suplementos Alimentares no Desporto**

**Jéssica Filipa Prazeres Grilo**

Monografia orientada pela Professora Doutora Maria Eduardo da Costa  
Morgado Figueira, Professora Auxiliar com Agregação

**Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas**

**2021**



**Universidade de Lisboa  
Faculdade de Farmácia**



# **Suplementos Alimentares no Desporto**

**Jéssica Filipa Prazeres Grilo**

**Trabalho Final de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas  
apresentado à Universidade de Lisboa através da Faculdade de Farmácia**

Monografia orientada pela Professora Doutora Maria Eduardo da Costa  
Morgado Figueira, Professora Auxiliar com Agregação

**2021**



## Resumo

Ao longo dos últimos anos, o mercado de suplementos alimentares tem revelado um aumento exponencial, principalmente entre atletas e praticantes de exercício físico.

Este crescimento reflete a importância que a sociedade atribui à imagem corporal e a urgência de alcançar a forma física desejada. No entanto, os consumidores tendem a ver o benefício de alcançar rapidamente os seus objetivos, mas nunca os potenciais efeitos adversos.

Paralelamente, o aumento da procura leva a um crescimento da oferta. Surgem constantemente novas indústrias com um *marketing* atrativo, informação muitas vezes tendenciosa, incompleta e com promessa de efeitos imediatos.

Este facto, aliado à regulamentação pouco exigente relativa a suplementos alimentares vigente em Portugal, pode levar a consumos impróprios e poderá pôr em risco a saúde dos desportistas.

É, portanto, fundamental que haja informação disponível, de fácil acesso e segura para quem pretende consumir suplementos alimentares.

Com esta dissertação, pretendo recolher conhecimentos – mecanismo de ação, eficácia e segurança – sobre a suplementação alimentar desportiva, particularmente suplementos proteicos, e analisar o mercado atual do seu consumo em Portugal.

**Palavras-chave:** Suplementos alimentares; Desporto; BCAAs; Proteína Whey; Proteína Vegetal

# Abstract

Over the past few years, the dietary supplement market has experienced an exponential increase, especially among athletes and exercisers.

This growth reflects the importance society attaches to body image and the urgency to achieve the desired physical shape. However, consumers tend to see the benefit of reaching their goals quickly, but never the potential adverse effects.

At the same time, the increase in demand leads to a growth in supply. New industries are constantly appearing with attractive marketing, information that is often biased, incomplete, and promising immediate results.

This fact, combined with the undemanding regulation concerning dietary supplements in force in Portugal, may lead to improper consumption and may compromise the health of athletes.

Therefore, it is essential that information is available, easily accessible and reliable for those who intend to consume supplements.

With this dissertation, I intend to gather knowledge on the sports supplementation available in the market - mechanism of action, efficacy and safety - and analyze the current market of sports supplements consumption in Portugal.

**Keywords:** Dietary supplements; Sports; BCAAs; Whey Protein; Vegetable Protein

# Abreviaturas

4E-BP1 - Proteína de ligação 1 ao fator de iniciação eucariótica 4E

AIM - Autorização de Introdução no Mercado

AMPK - Proteína cinase ativada por Adenosina monofosfato

ATP - Adenosina trifosfato

ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica

BCAT - Aminotransferase de Aminoácidos de cadeia ramificada

BCCAs - Aminoácidos de Cadeia Ramificada

BCKAs - Cetoácidos de Cadeia Ramificada

BCKDH - Desidrogenase de Cetoácidos de cadeia ramificada

BHE - Barreira Hematoencefálica

CDK2 - Cinase dependente de ciclina 2

CK - Creatina cinase

CLA - Ácido Linoleico Conjugado

CSA - *Cross-sectional area*

DGAV - Direção-Geral de Alimentação e Veterinária

DOMS - *Delay Onset Muscle Soreness*

EFSA - Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos

eIF2 - Fator de iniciação eucariótico 2

eIF4F - Fator de iniciação eucariótico 4F

eIF4E - Fator de iniciação eucariótico 4E

eIF4A - Fator de iniciação eucariótico 4A

eIF4G - Fator de iniciação eucariótico 4G

GTP - Guanosina trifosfato

IB-CoA - Isobutiril-CoA

IGF1 - Fator de crescimento insulina-*like* 1

IV-CoA - Isovaleril-CoA

KIC -  $\alpha$ -cetoisocaproato

KMV -  $\alpha$ -ceto- $\beta$ -metilvalerato

KIV -  $\alpha$ -cetoisovalerato

LDH - Lactato desidrogenase

LNAA-T - *Large neutral amino acid transporter*

MB-CoA - 3-Metilbutiril-CoA

mRNA - Ácido ribonucleico (RNA) mensageiro

mTOR - *mammalian Target of Rapamycin*

MVIC - *Maximum voluntary isometric contraction*

p70S6K - Cinase da proteína ribossomal S6 (rpS6)

PC - Proteína de Sementes de Cânhamo

PE - Proteína de Ervilha

PI3-K - Fosfatidil-inositol-3 Cinase

PKB - Proteína Cinase B

PL - Placebo

PP2Cm - Fosfatase mitocondrial 2C

PPAR $\alpha$  - Recetor alfa ativado pelo proliferador de peroxissoma

PS - Proteína de Soja

PW - Proteína Whey

PWC - Proteína Whey Concentrada

PWH - Proteína Whey Hidrolisada

PWI - Proteína Whey Isolada

RHEB - *Ras homolog enriched in brain*

THC - Tetrahydrocannabinol

TSC1/TSC2 - *Tuberous sclerosis complex*



## Índice:

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1       | Objetivo do trabalho .....   | 9  |
| 2       | Materiais e métodos.....   | 10 |
| 3       | Enquadramento Teórico.....   | 11 |
| 3.1     | Definição .....  | 11 |
| 3.2     | Legislação.....  | 12 |
| 4       | Suplementos alimentares no desporto .....  | 15 |
| 4.1     | Suplementos proteicos .....  | 15 |
| 4.1.1   | Aminoácidos de cadeia ramificada .....   | 16 |
| 4.1.1.1 | Metabolização .....  | 17 |
| 4.1.1.2 | Síntese proteica .....   | 18 |
| 4.1.1.3 | Exercício físico e suplementação com BCAAs .....   | 20 |
| 4.1.1.4 | Limitações dos estudos.....  | 24 |
| 4.1.1.5 | Segurança.....   | 25 |
| 4.1.2   | Proteína <i>Whey</i> .....   | 26 |
| 4.1.2.1 | Exercício físico e suplementação com Proteína <i>Whey</i> .....                                  | 27 |
| 4.1.2.2 | Limitações dos estudos.....  | 32 |
| 4.1.2.3 | Segurança.....   | 32 |
| 4.1.3   | Proteína Vegetal.....  | 34 |
| 4.1.3.1 | Exercício físico e suplementação com Proteína Vegetal.....                                       | 39 |
| 4.1.3.2 | Segurança.....   | 41 |
| 5       | Inquérito: “Consumo de suplementos alimentares ergogénicos em Portugal”.....                     | 42 |
| 6       | Conclusão.....   | 46 |
|         | Referências Bibliográficas .....   | 48 |
|         | Anexos .....   | 58 |
| A1.     | Comparação da Composição Nutricional e Características dos diferentes Suplementos Proteicos..... | 58 |
| A2.     | Modelo do inquérito realizado.....   | 59 |

### **Índice de Figuras:**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Processo de catabolismo dos aminoácidos de cadeia ramificada ..... | 18 |
| Figura 2 – Idade dos participantes.....                                       | 42 |
| Figura 3 – Frequência da prática de exercício físico .....                    | 42 |
| Figura 4 – Tipo de suplementos alimentares consumidos; .....                  | 43 |
| Figura 5 – Dados sobre a recomendação de suplementos alimentares .....        | 44 |
| Figura 6 – Motivos para consumir suplementos alimentares.....                 | 45 |
| Figura 7 – Locais de eleição para a compra de suplementos alimentares .....   | 45 |

### **Índice de Tabelas:**

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Composição Nutricional da Proteína Whey, sem sabor, por 100 g.....                       | 26 |
| Tabela 2 – Aminograma, por 100 g de Proteína Whey, sem sabor .....                                  | 26 |
| Tabela 3 – Composição Nutricional da Proteína de Soja, sem sabor, por 100 g .....                   | 35 |
| Tabela 4 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Soja, sem sabor.....                                | 35 |
| Tabela 5 – Composição Nutricional da Proteína de Ervilha, sem sabor, por 100 g.....                 | 36 |
| Tabela 6 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Ervilha, sem sabor .....                            | 36 |
| Tabela 7 – Composição Nutricional da Proteína de Arroz, sem sabor, por 100 g .....                  | 37 |
| Tabela 8 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Arroz, sem sabor.....                               | 37 |
| Tabela 9 – Composição Nutricional da Proteína de Sementes de Cânhamo, sem sabor,<br>por 100 g ..... | 38 |
| Tabela 10 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Sementes de Cânhamo, sem sabor<br>.....            | 38 |

# 1 Objetivo do trabalho

Apesar da evidência que justifique a sua utilização ainda ser escassa, o mercado dos suplementos alimentares encontra-se em expansão e a sua procura é cada vez maior. O fácil acesso e o elevado consumo destes produtos deve ser motivo de alerta, e torna-se cada vez mais pertinente conhecer a ação dos suplementos e saber aconselhar corretamente sobre eles, de modo a esclarecer os consumidores sobre a sua eficácia e segurança.

Este trabalho pretende reunir informação de diferentes estudos e realizar uma revisão bibliográfica sobre o consumo de suplementos alimentares por atletas e praticantes de exercício físico, com o intuito de melhorar a sua condição física.

Além de descrever o enquadramento legal dos suplementos alimentares em Portugal, esta dissertação pretende caracterizar os suplementos alimentares mais consumidos por desportistas – os suplementos à base de aminoácidos ou proteínas. Considera-se os mecanismos de ação, o modo como influenciam diferentes processos fisiológicos e as consequências que isso tem no aumento da massa muscular, perda de massa gorda, redução da fadiga e recuperação mais rápida. Também são avaliadas as consequências adversas que o consumo excessivo poderá provocar e ponderada a relação risco/benefício, descrevendo as situações onde poderá fazer sentido consumir este tipo de suplementos.

Por último é analisado o consumo de suplementos alimentares ergogénicos em Portugal, através da realização de um inquérito. Procurou-se saber os motivos que incentivam a suplementação, o aconselhamento dado por profissionais de nutrição ou desporto e os principais locais de aquisição.

## 2 Materiais e métodos

Para a elaboração da presente monografia sobre Suplementos Alimentares no Desporto, foi realizada uma pesquisa sistemática da literatura através do motor de busca *Pubmed*, com o intuito de obter artigos publicados, preferencialmente, nos últimos 10 anos, com idioma inglês. Para a sua recolha foram utilizados os seguintes termos de pesquisa: “*Sports nutrition*”, “*Sports supplementation*”, “*Sports and exercise supplements*”, “*Protein supplements*”, “*Branched chain amino acids*”, “*BCAA supplementation*”, “*Protein synthesis*”, “*Whey protein*”, “*Whey protein supplementation*”, “*Vegetable protein*”, “*Soy protein*”, “*Pea protein*”, “*Rice protein*”, “*Hemp protein*”.

De 112 artigos selecionados, foram utilizados 95 e excluídos os restantes por serem duvidosos ou pouco comprovados. Adicionalmente foram consultados *websites* de entidades e autoridades relevantes, decretos-lei e legislação em vigor. Estas pesquisas, na sua maioria, foram realizadas no período de 15 de janeiro a 21 de maio de 2021.

Para avaliar o consumo de suplementos alimentares em Portugal, foi desenvolvido um inquérito, através da plataforma *Google Forms*, e divulgado “online” no período de 08 de Janeiro até 31 de Março de 2021.

## 3 Enquadramento Teórico

### 3.1 Definição

Por definição, os suplementos alimentares são géneros alimentícios que constituem fontes concentradas de substâncias com efeito nutricional ou fisiológico, nomeadamente vitaminas, minerais, aminoácidos, ácidos gordos essenciais, entre outros (1).

Destinam-se a complementar um regime alimentar equilibrado e variado, não devendo, no entanto, ser utilizados como substitutos deste. Podem ser usados para corrigir carências nutricionais ou manter uma ingestão adequada de certos nutrientes, quando as necessidades diárias estão aumentadas ou o seu aporte reduzido (1).

Os suplementos alimentares apenas podem ser comercializados na forma doseada, visto deverem ser consumidos de acordo com uma dose máxima recomendada, indicada inequivocamente na embalagem (1).

Porém, ainda que os suplementos alimentares sejam apresentados de forma semelhante aos medicamentos e possam ter efeitos benéficos, não constituem, em caso algum, uma alternativa aos fármacos, nem dispensam o aconselhamento médico em situações de doença. Os suplementos não podem alegar propriedades profiláticas, de prevenção ou cura de patologias e seus sintomas. Só devem ser utilizados quando os parâmetros fisiológicos se encontram dentro da normalidade, para sua otimização ou manutenção. A função de restauração, correção ou modificação de um processo fisiológico cabe exclusivamente aos medicamentos (2).

De salientar que determinadas substâncias ativas de fármacos podem também estar presentes em suplementos alimentares, mas sempre numa dose inferior. O facto de uma substância possuir atividade farmacológica não significa, por si só, que o produto deva ser classificado como medicamento. Nestes casos, denominados produtos-fronteira, deverão ser considerados diversos fatores pertinentes para um correto enquadramento na legislação, como a dose terapêutica, a utilização proposta ou a natureza do efeito induzido (3).

De igual forma, é importante distinguir suplemento alimentar de alimento para desportista, uma vez que ambos podem ser considerados géneros alimentícios destinados a pessoas que praticam exercício físico ou esforços musculares intensos.

Legalmente, os produtos que se apresentem em forma doseada, mas em unidades de medida superior a 25 g ou 25 mL e/ou que forneçam um aporte energético diário igual ou superior a 200 KJ ou 50 Kcal são classificados como alimentos para desportistas. Apesar da ténue diferença, contrariamente aos suplementos, os alimentos para desportistas são considerados géneros alimentícios comuns e não têm enquadramento legal próprio, não sendo necessário proceder à sua notificação à Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (4).

### **3.2 Legislação**

Em Portugal, a Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) é a autoridade competente responsável pela definição, regulamentação e controlo dos suplementos alimentares no mercado, visando garantir um elevado nível de proteção dos consumidores. No entanto, a garantia da segurança e qualidade do produto é sempre da responsabilidade do operador económico (1).

Para que um medicamento seja comercializado, é necessário que a Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde I.P. – Infarmed, conceda uma autorização de introdução no mercado (AIM), que garante a avaliação da qualidade, segurança e eficácia do produto antes da sua entrada no mercado. Para a obtenção de uma AIM, o titular tem de obedecer a inúmeros requisitos regulamentares, nomeadamente a apresentação de relatórios de estudos não-clínicos (ensaios toxicológicos e farmacológicos da substância ativa e do medicamento) e clínicos. (5)

Por outro lado, o procedimento de colocação de suplementos alimentares no mercado consta apenas de uma notificação, efetuada por via eletrónica, pelo fabricante, distribuidor ou importador à Autoridade Competente (DGAV). A notificação deve ser acompanhada da cópia do rótulo (1).

A rotulagem dos suplementos alimentares deve obrigatoriamente conter as seguintes indicações (1):

- A referência “Suplemento Alimentar”, com destaque suficiente e adequado, de forma a identificar inequivocamente o produto como tal.
- Designação das substâncias que caracterizam o produto ou uma referência específica à sua natureza.

- A toma diária recomendada do produto e um alerta que esta não deve ser excedida.
- Uma advertência de que os suplementos alimentares não devem ser utilizados como substitutos de um regime alimentar variado.
- Um aviso de que os produtos devem ser guardados fora do alcance das crianças.

De igual modo, a rotulagem nunca pode incluir menções que (1):

- Atribuem aos mesmos, propriedades profiláticas, de tratamento ou curativas
- Declarem expressa ou implicitamente que um regime alimentar equilibrado e variado não constitui uma fonte suficiente de nutrientes em geral.

Caso a documentação enviada esteja em conformidade, a notificação é aceite, seguindo a respetiva apreciação. A não existência de qualquer comunicação por parte da DGAV, no prazo máximo de 60 dias a contar da receção da notificação, pressupõe que o processo foi efetuado corretamente e os suplementos alimentares podem ser colocados no mercado (1).

Contudo, apesar da autoridade competente não avaliar a segurança do produto, pode exigir, a qualquer altura, que o notificador apresente estudos de qualidade e segurança realizados por entidades reconhecidas ou a apresentação de trabalhos científicos que comprovem a conformidade do produto. Compete à Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE) a fiscalização do cumprimento das normas, constituindo contraordenação punível com coima, o fabrico ou a comercialização de suplementos alimentares que não cumpram a lei (1).

Uma vez colocados no mercado, e por ser considerado género alimentício, é possível adquirir os suplementos alimentares em qualquer estabelecimento que possua condições para a venda de produtos alimentares, particularmente supermercados, lojas de produtos dietéticos ou farmácias. Também podem ser adquiridos *online*, sendo que nestes casos compete aos consumidores tomarem precauções acrescidas quanto à origem do produto – apenas os suplementos comercializados em Portugal têm de cumprir os padrões de segurança exigidos na legislação portuguesa (2).

A venda de suplementos alimentares não necessita de qualquer prescrição, porém o seu consumo não é totalmente isento de riscos, especialmente porque não têm supervisão médica na maioria dos casos. Se forem consumidos em excesso ou concomitantemente com outros suplementos ou medicamentos, podem ocorrer sobredosagens ou interações, com potenciais efeitos nefastos. Adicionalmente, a informação sobre alguns

ingredientes é escassa, e, muitas vezes, o alegado efeito promissor não tem o devido suporte científico. O consumidor deverá informar sempre o seu médico sobre os suplementos alimentares que está a tomar e averiguar junto deste se o seu consumo é, de facto, necessário e benéfico (2).



## 4 Suplementos alimentares no desporto

A prática de exercício físico tem inúmeros benefícios associados, nomeadamente prevenir patologias como a obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, depressão, ansiedade, entre outras. No entanto, é importante que o desporto seja efetuado de forma correta e consciente, de preferência com a orientação de um profissional de saúde e sempre associada a uma alimentação adequada (6).

A alimentação exerce um papel fundamental na capacidade de atingir um nível de desempenho físico adequado. Neste sentido, os atletas podem recorrer a dois tipos de suplementos: Suplementos nutricionais, como vitaminas e minerais, para complementar a dieta diária e colmatar possíveis carências, e/ou suplementos ergogénicos (6).

A designação ergogénico é proveniente de dois termos gregos: *ergon* (trabalho) e *gennan* (produzir). Assim, os suplementos ergogénicos possuem a finalidade de aumentar a produção de energia, melhorar a força e a resistência muscular, retardar a fadiga e diminuir o tempo de recuperação, otimizando, de forma geral, a performance e desempenho desportivo. De entre os suplementos ergogénicos, os mais consumidos são os suplementos proteicos por estimularem e favorecerem a reparação e hipertrofia muscular (6).

### 4.1 Suplementos proteicos

As proteínas são um macronutriente fundamental à vida do ser humano. Estão envolvidas na reparação e manutenção dos tecidos, exercem funções de transporte, fornecem estrutura e elasticidade, e regulam processos metabólicos, hormonais e enzimáticos (7).

A Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) recomenda a ingestão de, aproximadamente, 0,8 g de proteína por quilograma de peso corporal por dia para adultos moderadamente ativos (9). Para atletas, a recomendação já sobe para desde 1,4 até 2,0 g de proteína/kg de peso corporal/dia. Esta diferença prende-se com o facto de, durante o exercício físico, ocorrer degradação proteica, particularmente ao nível do músculo-esquelético. Os processos catabólicos reduzem a disponibilidade de aminoácidos e como resultado, após uma sessão de treino, o balanço entre a síntese proteica e o seu catabolismo é negativo (6 – 8).

O consumo de proteína, seja através de alimentos ou suplementos, promove a manutenção do equilíbrio positivo e mantém a taxa de síntese de proteína muscular acima dos níveis de degradação (6 – 8).

As unidades básicas das proteínas são os aminoácidos. Dos vinte principais, nove são considerados essenciais, isto é, não conseguem ser sintetizados endogenamente devendo, por isso, ser obtidos através da dieta. Os aminoácidos essenciais – fenilalanina, isoleucina, leucina, valina, lisina, metionina, treonina, triptofano, histidina – são especialmente importantes na síntese de novas proteínas para reparação de tecidos danificados e crescimento ou manutenção de tecido muscular. Assim sendo, o valor biológico de uma proteína é tanto mais elevado quanto maior o número de aminoácidos essenciais que ela contém (9).

#### **4.1.1 Aminoácidos de cadeia ramificada**

A leucina, a isoleucina e a valina são aminoácidos de cadeia ramificada (ou BCAAs, Branched-Chain Amino Acids) e representam, aproximadamente, 35% do conteúdo total de aminoácidos essenciais nas proteínas musculares (10).

Os BCAAs desempenham um papel fundamental a nível do anabolismo proteico muscular, sendo vistos como aliados no desporto. Teoricamente, influenciam os processos responsáveis pela iniciação da tradução de proteínas, atuam na redução da fadiga, melhoram a recuperação do atleta e aumentam a sua performance. Para além disso, podem estar envolvidos na produção de energia e atuar como moléculas sinalizadoras (11).

Embora as fontes de proteína presentes na alimentação, como carne, peixe, ovos ou leguminosas, contenham elevadas concentrações de BCAAs, algumas pesquisas mostraram que a suplementação adicional nos desportistas poderá ser vantajosa (7).

No entanto, os resultados dos ensaios realizados até agora mostraram-se inconsistentes e discordantes. É um assunto polémico e requer vários estudos adicionais, nomeadamente para estabelecer a dose ideal que produz efeitos benéficos e a proporção mais eficaz dos três aminoácidos leucina:isoleucina:valina (12).

#### 4.1.1.1 Metabolização

Ao contrário dos restantes aminoácidos, que são metabolizados no fígado, os aminoácidos de cadeia ramificada são maioritariamente oxidados no músculo-esquelético, ao nível das mitocôndrias do tecido muscular (10, 11).

O processo de catabolismo inicia-se com uma transaminação reversível, catalisada pela enzima BCAT, aminotransferase de aminoácidos de cadeia ramificada, que converte os BCAAs em cetoácidos de cadeia ramificada (BCKAs) – A leucina é convertida em  $\alpha$ -cetoisocaproato (KIC); a isoleucina em  $\alpha$ -ceto- $\beta$ -metilvalerato (KMV); e a valina em  $\alpha$ -cetoisovalerato (KIV) (10, 11).

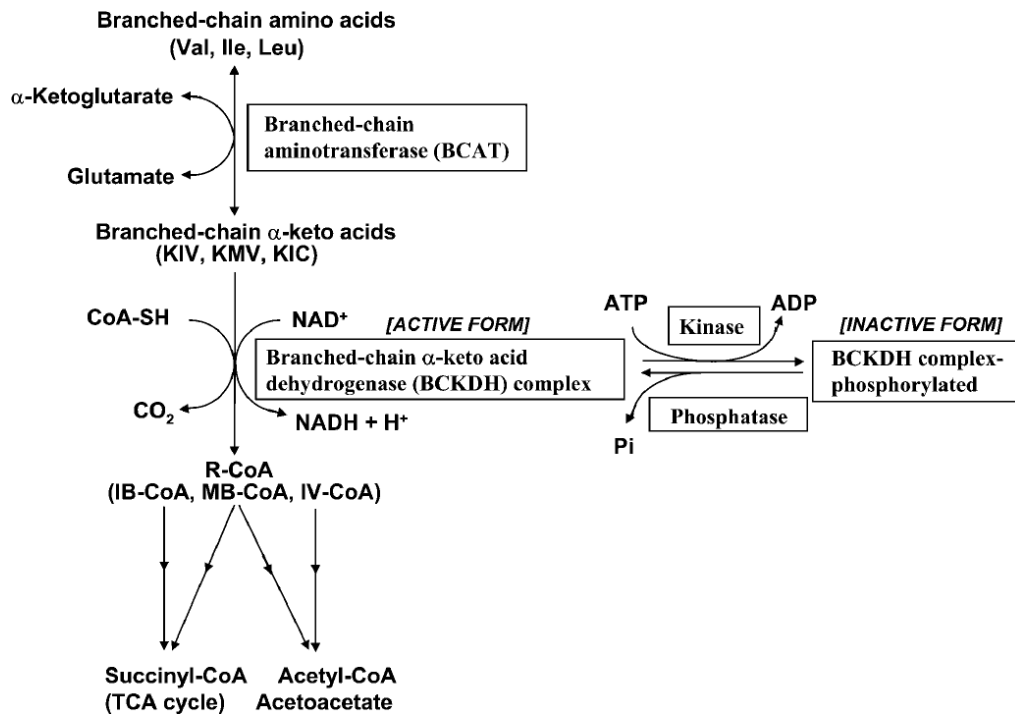
Paralelamente a esta reação, ocorre a conversão do  $\alpha$ -cetogluturato (aceitador do grupo amina proveniente dos BCAAs) em glutamato. O glutamato é um substrato essencial para a formação dos aminoácidos gluconeogénicos, glutamina e alanina (10).

A segunda reação consiste numa descarboxilação oxidativa irreversível dos BCKAs, mediada pelo complexo enzimático BCKDH (desidrogenase de cetoácidos de cadeia ramificada) (9, 10). A atividade deste complexo é regulada por um ciclo de reações a nível da sua subunidade E1 $\alpha$ . A fosforilação, responsável pela desativação do complexo, é controlada pela BCKDH cinase, enquanto a ativação e, conseqüente catabolismo dos BCAAs, resulta da desfosforilação controlada pela BCKDH fosfatase (PP2Cm) (11).

Os produtos obtidos da segunda reação são isovaleril-CoA (IV-CoA), 3-metilbutiril-CoA (MB-CoA) e isobutiril-CoA (IB-CoA), provenientes, respetivamente, do KIC, KMV e KIV (10, 11).

Por último, cada um destes metabolitos é metabolizado por vias distintas. O IV-CoA é convertido em acetil-CoA, o IB-CoA em succinil-CoA, e o MB-CoA pode ser convertido em ambos. Desta forma, podemos caracterizar a leucina como substância cetogénica, a valina como glicogénica e a isoleucina como cetogénica e glicogénica (11).

Independentemente da via, o objetivo final do catabolismo dos BCAAs é fundamentalmente aumentar a produção de ATP (10, 11).



**Figura 1** – Processo de catabolismo dos aminoácidos de cadeia ramificada (12)

Assim sendo, podemos inferir que a atividade física promove a oxidação dos aminoácidos de cadeia ramificada através da inibição da BCKDH cinase e consequente ativação do complexo BCKDH. Simultaneamente, a promoção da oxidação dos ácidos gordos estimulada pelo exercício, também regula positivamente o catabolismo dos BCAAs, provavelmente através da ativação do recetor PPAR $\alpha$  (peroxisome proliferator-activated receptor) pelos ácidos gordos livres na circulação (12).

Além da atividade física, a oxidação dos BCAAs também pode ser estimulada pelo aumento da proteína na dieta e pelos próprios metabolitos do seu catabolismo. O KIV, derivado da leucina, é um potente inibidor da BCKDH cinase, promovendo a metabolização. O KIM e o KIC, derivados, respetivamente, da isoleucina e da valina, apresentam um efeito semelhante mas menos ativo (12).

#### 4.1.1.2 Síntese proteica

As proteínas presentes no organismo humano sofrem um processo contínuo de remodelação conhecido como *turnover* proteico. O próprio tecido muscular está constantemente a sofrer reações de catabolismo ou síntese e os aminoácidos de cadeia ramificada estão, paradoxalmente, envolvidos em ambos os fenómenos (13).

Para que a síntese proteica ocorra é necessário ativar o mecanismo responsável pelo início da tradução de proteínas, influenciado pelo estado de energia celular e pela concentração intracelular de BCAAs, principalmente de leucina (13).

A tradução inicia-se com a ativação da subunidade 40S do ribossoma. Da ligação do fator de iniciação eIF2 com o aminoácido de iniciação metionina, uma molécula de GTP e a subunidade 40S ativa, resulta um complexo ternário denominado complexo de pré-iniciação 43S. Posteriormente, a união do complexo de pré-iniciação com o mRNA específico para uma determinada proteína é regulada pelo complexo eIF4F, que é constituído por três subunidades: eIF4E, eIF4A e eIF4G. A ligação do eIF4G ao eIF4E é inibida pela proteína 4E-BP1 e controlada pela proteína cinase mTOR (mammalian Target of Rapamycin) (14).

Quando a leucina é consumida e se encontra disponível em concentrações fisiologicamente relevantes, o Sestrin2 liberta o GATOR2 e ativa a mTOR (9). A sua ativação promove a síntese de proteínas através da fosforilação de vários alvos, tais como a proteína 4E-BP1 e a p70S6K, responsável pela ativação da proteína ribossomal S6 (rpS6) (13).

Além da leucina, a atividade da mTOR também pode ser influenciada pelo exercício físico, insulina ou excesso calórico (13).

A AMP cinase (AMPK) funciona como um sensor para os níveis de energia do organismo, atuando no sentido de poupar a maior quantidade de ATP possível. Em estados de grande dispêndio energético, como durante o exercício físico, a AMPK inibe a síntese proteica, uma vez que é um processo que envolve grandes gastos de energia. A AMPK ativa o complexo TSC1/TSC2, inibindo o RHEB e cessando assim, a atividade da mTOR (10, 13).

Por outro lado, a insulina potencia a síntese muscular, em sinergismo com a leucina. Tanto a insulina, como o fator de crescimento insulina-like (IGF-1), estimulam a fosfatidil-inositol-3-cinase (PI3-K) que, por sua vez, ativa a proteína cinase B (PKB). O PKB tem a capacidade de inibir o complexo TSC1/TSC2, ativando o RHEB e consequentemente a mTOR. Adicionalmente, a PI3-K consegue ativar diretamente a rpS6, induzindo a síntese proteica (13).

#### **4.1.1.3 Exercício físico e suplementação com BCAAs**

Como referido anteriormente, a prática de exercício físico promove um aumento da oxidação dos aminoácidos de cadeia ramificada como forma de obtenção de energia. Assim, após um treino desportivo, é possível observar um aumento da atividade proteolítica, com conseqüente diminuição da massa muscular e aumento dos marcadores de destruição tecidual, nomeadamente creatina cinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) (15).

A renovação tecidual inicia-se com uma resposta inflamatória aguda e autolimitada, sendo frequente surgir dor e rigidez muscular associada, que debilita e condiciona a performance do atleta (15).

Neste sentido, foram realizados vários estudos com o propósito de demonstrar os benefícios da suplementação com BCAAs na recuperação das lesões musculares induzidas pelo exercício físico e na otimização do desempenho desportivo (15).

##### **➤ Anabolismo proteico**

Embora o mecanismo responsável pelos efeitos protetores da suplementação com BCAAs contra a lesão muscular induzida pelo exercício ainda não tenha sido totalmente elucidado, presume-se que possa estar associado à regeneração muscular decorrente do aumento da disponibilidade de aminoácidos, da estimulação da síntese proteica pela leucina e da supressão da degradação endógena da proteína muscular (12, 16).

Estudos científicos demonstraram que a perfusão de músculo-esquelético com uma mistura de aminoácidos sem BCAAs não promove a síntese. Pelo contrário, a incubação do músculo com leucina apenas, estimula tanto a síntese proteica quanto uma mistura completa dos três BCAAs (9). De facto, a adição de apenas 5 g de leucina a 6,25 g de proteína Whey isolada pode estimular a síntese de proteína muscular tão eficientemente quanto 25 g da mesma proteína em homens (13).

O exercício físico também é um poderoso indutor do anabolismo proteico. A combinação da atividade física com o consumo de proteínas maximiza e prolonga a estimulação da síntese proteica muscular durante aproximadamente 24 horas após o treino (16).

De salientar que o anabolismo proteico também é substancialmente dependente da concentração extracelular de aminoácidos. Assim, todos os aminoácidos essenciais devem estar presentes em quantidades adequadas. Um suplemento alimentar de BCAAs por si só não consegue sustentar a síntese proteica máxima durante um longo período de tempo porque a carência dos restantes aminoácidos rapidamente se tornará limitante neste processo (11, 16, 17).

#### ➤ **Fadiga central: Serotonina**

A fadiga muscular é caracterizada pela diminuição da capacidade de um indivíduo manter o rendimento e a produção de força durante a atividade física, podendo estar relacionada tanto com fatores periféricos como por fatores centrais (17).

O processo de fadiga central pode surgir durante a prática de exercício físico intenso devido a uma depleção das reservas de glicogénio muscular que, por um lado, leva a um aumento da concentração de ácidos gordos livres no plasma, e por outro, aumenta a oxidação dos aminoácidos de cadeia ramificada, reduzindo a sua concentração plasmática (17).

O triptofano é um aminoácido que circula no plasma, maioritariamente, ligado à proteína de transporte albumina. Na sua forma livre, este aminoácido tem a capacidade de ultrapassar a barreira hematoencefálica (BHE) através do transportador seletivo LNAA-T. Os aminoácidos leucina, valina, isoleucina, tirosina e fenilalanina também utilizam o mesmo transportador, competindo entre si. Simultaneamente os ácidos gordos livres no plasma competem com o triptofano pela mesma proteína de transporte, a albumina, contribuindo para um aumento de triptofano livre (17).

Como a quantidade de BCAAS diminui e a razão de triptofano livre aumenta, verifica-se uma passagem aumentada de triptofano pela BHE, o que favorece a síntese e libertação de serotonina pelos neurónios durante o exercício físico. A serotonina promove o cansaço, aumenta a fadiga, reduz a potência muscular, diminui a tolerância à dor e reduz a motivação e concentração (17).

Num estudo efetuado em 2020, Abumoh'D M et al. provaram que os níveis plasmáticos de serotonina do grupo que ingeriu BCAAs antes de realizar uma sessão intensa de exercício, eram significativamente inferiores aos níveis do grupo placebo (18). Do mesmo modo, Kim D et al. demonstraram que, num ciclo de treino realizado até à

exaustão, o nível de serotonina do grupo que ingeriu BCAAs (78 ml/Kg de peso corporal) era inferior ao grupo placebo em todos os momentos do teste (10 minutos antes de iniciar o exercício, 30 minutos após iniciar o exercício, imediatamente após terminar o treino e 30 minutos após a conclusão) (19). Em ambos os estudos, o tempo necessário para atingir a exaustão foi superior no grupo suplementado, o que confirma a eficácia dos BCAAs na redução da fadiga (18, 19).

#### ➤ **Fadiga periférica: Lactato e amoníaco**

Quanto à fadiga periférica, esta pode ser provocada pelo consumo de substratos energéticos ou pela acumulação de metabolitos, como o lactato e amoníaco (17, 19).

O lactato forma-se principalmente durante o exercício de duração mais prolongada, quando as reservas de energia esgotam e o organismo necessita de recorrer à via anaeróbia para obtenção de glicose. O aumento da concentração de iões de hidrogénio, proveniente da rápida dissociação do ácido láctico acumulado, origina uma diminuição do pH sanguíneo, associada a fadiga muscular (17, 19).

Como a oxidação dos BCAAs promove a formação de metabolitos utilizados diretamente no ciclo de Krebs, o organismo não necessita recorrer à via anaeróbia para obter energia. Assim sendo, a suplementação com BCAAs provoca uma diminuição dos níveis de lactato na circulação com consequente diminuição da fadiga sentida (17).

Kim D et al. demonstraram que, num ciclo de treino realizado até à exaustão, o nível de lactato no grupo suplementado com BCAAs, diminuiu significativamente após concluir o treino, atingindo valores inferiores ao grupo placebo. No mesmo estudo, foi observado que o grupo suplementado apresentava concentrações superiores de amoníaco no sangue durante o exercício, no entanto sofria uma grande redução da sua concentração após concluir o treino (19). Isto porque o amoníaco reage com o glutamato, originado no processo de oxidação dos BCAAs, formando glutamina, um aminoácido livre responsável por promover e manter a hipertrofia. Assim, além de diminuir a fadiga, a suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada também pode promover a desintoxicação de amoníaco e estimular o crescimento muscular (17).



### ➤ **Lesão muscular: CK, LDH**

As enzimas creatina cinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) são os marcadores mais utilizados para avaliar o estado de lesão dos tecidos após a prática de exercício físico. A sua concentração no sangue reflete indiretamente o grau de destruição muscular (17).

Vários estudos realizados ao longo dos anos (19 – 26) demonstraram que o grupo suplementado com BCAAs apresenta concentrações plasmáticas inferiores tanto de CK como de LDH, em comparação com o grupo placebo, após treinos intensos ou de longa duração.

Em contrapartida, num estudo realizado em 2020 por Abumoh'd et al (18), o nível sérico de CK foi superior no grupo que ingeriu BCAAs antes de realizar uma sessão de exercício progressivo na passadeira. A velocidade inicial foi de 8 km/h e esta foi aumentada em 1 km/h a cada 5 minutos até à exaustão e interrupção voluntária do treino. Como o grupo suplementado interrompia o treino mais tarde, este resultado poder ser explicado pelo facto das contrações musculares terem ocorrido durante um período de tempo e a uma velocidade superior (18, 27).

Além disso, alguns estudos (28, 29) não conseguiram provar qualquer efeito da suplementação nos níveis de CK ou LDH.

### ➤ **Dor muscular (DOMS)**

A dor muscular com início tardio (Delay Onset Muscle Soreness ou DOMS) é caracterizada por rigidez e dor muscular que surge 24 a 48 horas após a prática de atividade física, associada a lesão das fibras musculares e/ou trauma do tecido conjuntivo (27).

A dor muscular é, geralmente, avaliada através de uma escala analógica visual. A maioria dos estudos conseguiu provar que a dor reportada pelo grupo não suplementado era superior, desde algumas horas até vários dias após o treino (20, 21, 23, 25, 27, 30, 31, 32).

Alguns estudos não reportaram diferenças significativas entre os grupos placebo ou suplementado com BCAAS. No entanto, estes resultados contraditórios podem ser justificados pela curta duração do período de suplementação ou pela baixa dose de suplemento usada nestes ensaios (28, 29, 33).

### ➤ **Recuperação e produção de força**

A suplementação com BCAAs aumenta a taxa de recuperação da contração isométrica voluntária máxima (Maximum voluntary isometric contraction ou MVIC) e mitiga a diminuição da capacidade de produção de força, após uma sessão de treino (20, 21, 25, 27, 30, 31, 33).

Num estudo realizado por Asjodi F., 50 participantes do sexo masculino foram divididos aleatoriamente em cinco grupos distintos, de iguais dimensões: Leucina, Isoleucina, Valina, BCAAs e Placebo. Cada grupo ingeriu 500 ml da sua solução específica, 30 minutos antes e imediatamente após a realização de 6 *sets* de *leg press* até exaustão. Os resultados revelaram que, apesar do número máximo de repetições do exercício ter diminuído 24 horas após o treino para todos os grupos, foi significativamente superior para o grupo suplementado com BCAAs (27).

Vandusseldorp T. também demonstrou que a produção máxima de força isométrica voluntária foi significativamente menor em todos os tempos medidos (imediatamente após, 1, 2, 4, 24, 48 e 72 horas após o treino) para o grupo placebo, enquanto, para o grupo suplementado com BCAAs, os valores de produção de força regressaram aos níveis iniciais pré-treino ao fim de apenas 24 horas (20).

No entanto, no estudo realizado por Stock M. os resultados foram contraditórios. Vinte participantes foram divididos em dois grupos, sendo que apenas um grupo consumia uma solução com leucina, 30 minutos antes e imediatamente após o treino. O protocolo de treino consistia em realizar 6 *sets* de agachamentos até exaustão (Tempo 1) e repetir o exercício 72 horas depois (Tempo 2), para testar a recuperação da força. O número total de repetições realizadas nos dois tempos foi igual para ambos os grupos, sugerindo que a ingestão de leucina não afeta a recuperação da função muscular (29).

#### **4.1.1.4 Limitações dos estudos**

Existem muitas limitações e discrepâncias nos resultados dos estudos realizados até hoje. A justificação destas inconformidades pode estar relacionada com as diferenças consideráveis no desenho dos estudos (17, 20):

- Protocolos de suplementação diferentes, nomeadamente na dosagem e duração
- Protocolos de treino diferentes, especialmente tipo e intensidade
- Diferente preparação física dos participantes
- Grande variabilidade entre indivíduos nos níveis de marcadores indiretos de lesão muscular
- Falta de controlo dietético, principalmente em relação à ingestão de proteínas alimentares, o que pode prejudicar consideravelmente a interpretação dos resultados.

Na sua forma atual, a elevada heterogeneidade documentada impossibilita quaisquer inferências conclusivas relativamente à eficácia da suplementação de BCAA (17, 20).

Não obstante, de uma forma geral, quando a estratégia de suplementação inclui a ingestão de uma dose elevada de BCAAs (>200 mg/kg/dia) durante um longo período de tempo (>10 dias), num contexto de lesão muscular baixa a moderada, a suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada aparenta ser vantajosa. A combinação destes três parâmetros – frequência, quantidade e duração – é fundamental para desencadear os potenciais efeitos benéficos da suplementação com BCAAs (15).

#### **4.1.1.5 Segurança**

Estudos de toxicidade efetuados em animais demonstraram que os aminoácidos de cadeia ramificada são seguros quando fornecidos numa razão semelhante à das proteínas animais (2:1:1 leucina:isoleucina:valina). Embora a leucina seja o aminoácido mais potente na estimulação da síntese proteica, a suplementação exclusiva de leucina pode causar desequilíbrios sobre o complexo BCKDH (12).

Geralmente, os BCAAs ingeridos em excesso são rapidamente eliminados, contudo alguns intermediários formados no seu catabolismo, podem ser tóxicos em concentrações elevadas (12).

Podemos concluir que a suplementação com BCAAs é segura se for efetuada de forma responsável e apropriada. Se consumida em excesso, os riscos podem superar os benefícios (12).

#### 4.1.2 Proteína Whey

As proteínas solúveis do soro do leite, também designadas por Proteína Whey (PW), são extraídas da porção aquosa após coagulação do leite, durante o processo de produção de queijo (34).

As proteínas isoladas consistem em  $\beta$ -lactoglobulina (~ 65%),  $\alpha$ -lactalbumina (~25%), albumina do soro bovino (~ 8%), imunoglobulinas e lactoferrina. São proteínas altamente digeríveis, com elevada biodisponibilidade e uma fonte completa e conveniente de aminoácidos essenciais, especialmente aminoácidos de cadeia ramificada (BCCAs) (34 – 36).

Este concentrado proteico possui, em média, 394 kcal e 76 g de proteínas, por cada 100 g. Os BCAA perfazem 22,5 g e os aminoácidos essenciais representam quase 50% dos aminoácidos totais (37). (Tabela 1 e 2)

**Tabela 1 – Composição Nutricional da Proteína Whey, sem sabor, por 100 g (37):**

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Energia (kJ/ kcal)      | 1648 kJ / 394 kcal |
| Lípidos (g)             | 8,50 g             |
| Saturados (g)           | 5,00 g             |
| Hidratos de carbono (g) | 3,40 g             |
| Açúcares (g)            | 3,40 g             |
| Proteínas (g)           | 76,0 g             |
| Sal (g)                 | 0,50 g             |

**Tabela 2 – Aminograma, por 100 g de Proteína Whey, sem sabor (37):**

|                        |              |            |          |                 |         |
|------------------------|--------------|------------|----------|-----------------|---------|
| Aminoácidos essenciais | BCCAAs       | Leucina    | 10,60 g  | Ácido glutâmico | 17,00 g |
|                        |              | Isoleucina | 6,10 g   | Ácido aspártico | 11,00 g |
|                        |              | Valina     | 5,80 g   | Alanina         | 5,10 g  |
|                        | Histidina    | 1,80 g     | Serina   | 5,00 g          |         |
|                        | Lisina       | 9,10 g     | Cisteína | 2,00 g          |         |
|                        | Fenilalanina | 3,20 g     | Glicina  | 1,90 g          |         |
|                        | Metionina    | 1,90 g     | Prolina  | 5,60 g          |         |
|                        | Treonina     | 6,90 g     | Tirosina | 2,90 g          |         |
|                        | Triptofano   | 1,80 g     | Arginina | 2,60 g          |         |

Além de ser uma proteína de elevado valor biológico, é natural, abundante e facilmente disponível, o que permite ser vendida a um preço acessível (34, 37).

A proteína Whey pode ser comercializada de três formas distintas, dependendo dos métodos e condições de processamento utilizados para a produzir (34 – 36):

- Concentrada (PWC) – Os níveis de proteína variam entre 35% e 80%, com pequenas quantidades de lactose e gordura. Geralmente mais barata.
- Isolada (PWI) – Lactose e gorduras removidas. Teor de proteína superior a 90% por peso.
- Hidrolisada (PWH) – Proteínas pré-digeridas e parcialmente hidrolisadas com o propósito de facilitar a digestão. Custo geralmente mais elevado.

A proteína Whey é, vulgarmente, vendida na forma de pó facilmente solúvel em água, com uma enorme variedade de sabores. O seu consumo é uma forma prática e aparentemente segura de garantir a ingestão de qualidade e quantidade adequadas de proteína, ao mesmo tempo que minimiza a ingestão calórica (7).

#### **4.1.2.1 Exercício físico e suplementação com Proteína Whey**

De forma a otimizar as adaptações do treino, a ingestão diária de proteína para indivíduos fisicamente ativos deverá ser ligeiramente superior. Idealmente deverão ser consumidas 1,4 a 2,0 g de proteína/kg de peso corporal, repartidas ao longo do dia em doses de aproximadamente 0,25 – 0,55 g/kg a cada 3 – 4 horas, incluindo uma dose imediatamente antes ou até 2 horas após o treino (8).

Caso os valores recomendados não sejam atingidos, os atletas podem ter recuperações prejudicadas, maiores dificuldades na adaptação ao exercício e aumento do catabolismo proteico, levando potencialmente a perda muscular (38). Por conseguinte, o atleta deve ter particular cuidado em garantir, não só que consome proteína suficiente na sua dieta, mas também que a proteína é de alta qualidade (6).

A proteína Whey, sendo uma fonte de proteína de qualidade elevada devido à alta concentração de aminoácidos essenciais, rápida absorção e elevada biodisponibilidade, tem sido cada vez mais estudada para avaliar o seu efeito benéfico em praticantes de exercício físico. Teoricamente, a PW contribui para a hipertrofia muscular, recuperação rápida e redução da gordura corporal (34 – 36).

### ➤ **Síntese de proteínas musculares, aumento da massa muscular e força**

Comparativamente com outras fontes proteicas, o soro de leite tem uma alta concentração de aminoácidos de cadeia ramificada. Como referido anteriormente, os BCAAs, particularmente a leucina, desempenham um papel fulcral no processo de síntese de proteínas musculares, através da fosforilação de elementos que permitem iniciar a tradução do mRNA proteico (36).

Dois estudos efetuados por Hulmi JJ et al, tentaram perceber os efeitos da ingestão de proteína de soro do leite nas respostas de sinalização e adaptação ao exercício físico. Após 21 semanas de treino, concluíram que a ingestão de 15 g de PW, antes e depois da prática de atividade física, prolonga a resposta de síntese proteica – A fosforilação da mTOR aumentou e persistiu elevada ao longo do tempo. Consequentemente, a fosforilação de p70S6K e rpS6 foi significativamente maior. A ingestão de PW também atenuou o decréscimo de 4E-BP1 fosforilada, comprometendo a sua ação inibitória sob a síntese proteica, e aumentou significativamente os níveis de CDK2, um importante regulador da proliferação celular (39, 40).

Além das diferenças bioquímicas, ambos os estudos também notaram que a massa corporal e a espessura média do músculo *Vastus lateralis* aumentaram de forma rápida e significativa no grupo suplementado com proteína Whey (39, 40).

A combinação da prática de exercício físico com a ingestão de proteínas é um potente estímulo anabólico para a síntese proteica e atenuação da degradação muscular. Por conseguinte, os efeitos somatórios resultarão na acumulação progressiva de proteínas com aumento da massa muscular. Associado à hipertrofia do músculo, pode estar um aumento da força muscular e melhoria do desempenho físico (35).

Coburn J. W. et al. realizaram um estudo com o objetivo de determinar os efeitos do treino, em combinação com a ingestão de um suplemento de proteína whey (PW) ou de um placebo (PL), sobre a força e a área da secção transversal (CSA) do músculo quadríceps femoral. Os grupos PW e PL realizaram um treino unilateral dos músculos extensores com a perna não dominante. Após 8 semanas, os resultados indicaram aumentos significativos de força e da CSA em ambas as pernas no grupo PW, mas apenas no membro treinado no grupo placebo. Mesmo considerando só a perna treinada, o aumento de força e tamanho foi superior no grupo suplementado com proteína (41).

Num estudo realizado em 2019, os participantes ingeriram um suplemento proteico, antes e depois do treino de resistência, realizado 3 vezes por semana durante 12 semanas. O grupo suplementado revelou médias da circunferência do músculo superiores, força muscular aumentada e maior volume de treino, especialmente na última semana, em comparação com o grupo que não ingeriu proteína (42).

De uma forma geral, estudos de revisão e meta-análises realizadas até à data, conseguiram concluir que a ingestão de proteína whey, em combinação com a prática regular de exercício físico, tem um efeito positivo na hipertrofia muscular, força e resistência (43 – 45).

Contudo, os resultados esperados dependem em grande parte da dose ingerida. Um estudo recente percebeu que, apesar de doses de aproximadamente 20 g de PW serem suficientes para estimular a síntese proteica pós-treino, doses moderadas (> 35 g) produzem respostas mais eficazes. No entanto, o consumo de doses muito altas já não produz qualquer efeito benéfico adicional, sendo que para doses superiores a 60 g, a oxidação de aminoácidos e produção de ureia aumentaram (46).

Em resumo, em indivíduos que praticam atividade física regularmente, integrar a proteína whey na sua dieta habitual pode representar uma estratégia para maximizar o ganho de massa muscular. Contudo, a suplementação pode não proporcionar melhorias adicionais na promoção da hipertrofia quando a ingestão de proteína dietética diária já é superior ao recomendado (~2g de proteína/kg de peso corporal) (35, 45, 47 – 49).

#### ➤ **Estimulação da produção de insulina**

A proteína whey é insulínica, isto é, o seu consumo estimula a produção e secreção de insulina, provocando um aumento significativo da sua concentração no plasma (34).

A insulina exerce vários efeitos, direta ou indiretamente, sobre o metabolismo das proteínas, dos hidratos de carbono e das gorduras. A nível proteico, a insulina estimula a síntese e diminui a degradação de proteínas, sendo que o efeito sinérgico com a leucina desencadeia ao máximo os processos anabólicos. Além disso, a insulina estimula a absorção de glucose e promove a síntese de glicogénio, essencial para repor as reservas que se gastam durante o treino. Níveis elevados de insulina no plasma também promovem a absorção de lípidos e a síntese de triglicéridos (50).

Um estudo efetuado com o intuito de avaliar a resposta da insulina após a ingestão de diferentes soluções constatou que, apesar do teor de hidratos de carbono ser menor, o consumo da solução de proteína do soro do leite hidrolisada provocou um pico de resposta de insulina superior ao provocado pela ingestão de leite de vaca completo ou até mesmo de uma solução constituída apenas por glucose. Concluíram que a resposta da insulina está intimamente relacionada com o aumento dos aminoácidos plasmáticos, especialmente leucina, isoleucina, valina, fenilalanina e arginina (51).

Um estudo mais recente percebeu que a resposta da insulina está diretamente relacionada com a dose de proteína ingerida. Em condições normais, sem a ingestão de qualquer tipo de suplementação, os níveis de insulina plasmática regressam aos valores basais, aproximadamente 30 minutos após o treino, e permanecem estáveis durante todo o período de recuperação. Por outro lado, a concentração de insulina atinge um pico 30 minutos após a ingestão de proteína whey e permanece elevada acima dos valores normais durante 60 minutos, no caso do consumo de 10 ou 20 g de PW, ou durante 90 minutos se a dose ingerida for superior ( $\approx 40$  g) (46).

### ➤ **Recuperação**

O exercício físico pode induzir desgaste e lesão muscular, que resulta num balanço negativo de proteínas, e provoca um aumento da dor e diminuição da função muscular. O objetivo, do ponto de vista proteico, será ingerir uma quantidade suficiente de aminoácidos para assegurar a síntese e regeneração tecidual, ajudando o atleta na recuperação para os treinos posteriores. Como o perfil de aminoácidos da proteína Whey é muito semelhante ao das proteínas do músculo-esquelético, há evidência que, após o exercício, a sua ingestão é ideal para favorecer a reparação muscular (34).

Num estudo efetuado por Cooke M. B. et al., o consumo de proteína Whey a curto prazo foi capaz de atenuar um declínio na força muscular após a prática de exercício físico intenso, potencialmente devido ao aumento da síntese proteica e à diminuição dos danos musculares, verificado por uma diminuição dos níveis séricos de LDH (52).

Por outro lado, uma revisão efetuada por Pasiakos S. M. et al. demonstrou não haver relação aparente entre a recuperação da função muscular e as classificações de dor ou os marcadores indiretos de lesão muscular, quando os suplementos proteicos são consumidos antes, durante ou depois de um treino de resistência. Mas reforça que os estudos demonstraram consistentemente os benefícios da suplementação proteica no



anabolismo muscular pós-exercício, o que, de facto, pode facilitar a recuperação da função e do desempenho muscular (53).

#### ➤ **Perda de peso**

A proteína exerce um efeito de sensação de saciedade através da regulação das hormonas que estimulam o apetite, como a grelina (54), e do aumento da concentração dos aminoácidos cisteína (55) e triptofano (50). A supressão da fome está associada a uma redução voluntária da ingestão de alimentos e conseqüentemente a perda de peso (56, 44). Além disso, o consumo de Proteína Whey antes de uma refeição controla os níveis de glucose e insulina pós-refeição (56).

No entanto, a adição de suplementos a uma dieta equilibrada pode aumentar a ingestão de calorias, sendo contraproducente para a gestão do peso. Nesse sentido, Miller P. E. et. al realizou um ensaio onde um grupo consumia PW como suplemento, sem alteração dos hábitos alimentares, e o outro consumia PW como substituto de outras fontes energéticas. Concluiu que a ingestão de proteína do soro do leite melhorou os parâmetros de composição corporal quando consumida como substituto alimentar ou suplemento, se combinado com exercício físico. No último caso, além de reduzir a massa gorda total, os participantes também aumentaram significativamente a massa muscular (57).

Portanto, de forma geral, a suplementação com proteínas de soro do leite em combinação com exercício físico, durante um mínimo de 10 – 12 semanas (com 3 – 5 sessões de treino por semana), resulta numa diminuição da gordura corporal e aumento da massa magra (57 – 60).

#### ➤ **Função imunológica**

O exercício físico intenso ou de longa duração pode ter um impacto negativo no sistema imunitário através do aumento dos níveis de cortisol e da produção e acumulação de espécies reativas de oxigénio e radicais livres (36, 55, 61).

Para evitar que ocorram danos celulares decorrentes do *stress* oxidativo, o próprio organismo possui mecanismos de defesa e proteção. A glutathione, por exemplo, é uma molécula hidrossolúvel formada por ácido glutâmico, cisteína e glicina, com poderoso efeito antioxidante (36, 55).

As proteínas do soro do leite contêm um elevado teor de aminoácidos precursores da produção de glutatona, particularmente cisteína. Assim, a suplementação facilita a síntese e evita o declínio dos níveis de glutatona plasmática que se verifica durante a prática de exercício físico, garantindo o combate ao *stress* oxidativo (36, 55, 61).

Um estudo realizado em atletas jovens e saudáveis mostrou que o consumo diário de 20 g de proteína whey concentrada, durante 12 semanas, aumentou em 35,5% os níveis de glutatona, melhorou o desempenho atlético e diminuiu a percentagem de gordura corporal, em comparação com a ingestão de uma solução placebo (62).

Além disso, a proteína whey tem sido associada a propriedades antimicrobianas, antifúngicas e antivirais, motivado pela presença de lactoferrina e outros compostos quelantes (36).

#### **4.1.2.2 Limitações dos estudos**

À semelhança do verificado nos ensaios efetuados para os aminoácidos de cadeia ramificada, os estudos realizados com proteína whey também mostram algumas limitações. A variável potencialmente mais relevante é a falta de controlo rigoroso da dieta dos participantes. Outros fatores condicionantes notados foram as dimensões das amostras (63), os protocolos de suplementação e treino e a diferente preparação física dos participantes (34, 35).

Não obstante, é consensual que, apesar da PW fornecer proteínas de alta qualidade de forma prática e conveniente, é recomendado, sempre que possível, obter proteína através de alimentos completos. Assim, o uso de suplementos pode ser uma opção provisória em situações de restrição alimentar mas não compensa escolhas alimentares inadequadas, nem resulta em melhorias significativas se a ingestão proteica pela dieta já for suficiente (6, 38).

#### **4.1.2.3 Segurança**

As recomendações de ingestão proteica conseguem, de uma forma geral, ser facilmente atingidas apenas através da alimentação, pelo que o consumo de suplementos de proteína nessas situações não provocará quaisquer benefícios adicionais. De facto, o excesso de proteína pode estar associado a alguns riscos, especialmente, ao nível da função renal e massa óssea (34, 38).

As proteínas consumidas, e não metabolizadas pelo músculo durante o exercício físico, são metabolizadas pelo fígado e, posteriormente, a ureia resultante é excretada na urina. Assim, a ingestão de proteína em excesso pode causar uma tensão adicional significativa no fígado e nos rins. Teoricamente, a proteína whey não prejudica esses órgãos, mas pode exacerbar lesões pré-existentes (64).

Vários estudos reportaram que, ao contrário do expectável, o aumento da ingestão de proteínas não alterou negativamente quaisquer marcadores séricos da função hepática ou renal (61, 65, 66). Adicionalmente, uma revisão sistemática de 2020 mostrou que esta hiperfiltração renal e hipermetabolização hepática se trata de um mecanismo adaptativo e, portanto, não causa danos ao organismo em indivíduos saudáveis e ativos (64).

O excesso de proteína também pode aumentar o risco de perda de cálcio e osteoporose. O mecanismo responsável está relacionado com o aumento da secreção de ácido originado pelo elevado consumo proteico. De forma a restabelecer o equilíbrio, o aumento da excreção urinária de ácido aumenta a excreção urinária de cálcio (calciúria) e a subsequente libertação de cálcio dos ossos. A reabsorção óssea, mediada por osteoclastos, poderá provocar uma diminuição do conteúdo mineral e da massa óssea, aumentando o risco de fratura e osteoporose. No entanto, os estudos são inconclusivos neste ponto, alegando que a associação entre a calciúria e o desenvolvimento de osteoporose não está totalmente comprovada (61, 65).

Outros possíveis efeitos adversos reportados foram perturbações gastrointestinais menores, particularmente em indivíduos intolerantes à lactose (34, 36) e alguns episódios de acne em adolescentes (67, 68).

Até à data, não foram observadas reações adversas graves após o consumo de proteína whey mas é importante ter em consideração que os suplementos não são submetidos a controlos tão criteriosos como os medicamentos, daí existirem alguns relatos da presença de contaminantes ou casos em que o conteúdo do suplemento não corresponde ao descrito no rótulo (38, 68).

Por último, o consumo frequente e excessivo de suplementos proteicos pode afetar o bem-estar geral do indivíduo, ao comprometer a ingestão de alimentos nutritivos, ou ao interferir na absorção de alguns princípios ativos medicamentosos, reduzindo a sua eficácia (38, 68).

### 4.1.3 Proteína Vegetal

Recentemente têm surgido, no mercado, novas alternativas de suplementos proteicos para atletas profissionais ou recreativos que não recorrem a proteínas do soro do leite ou similares. É o caso de indivíduos intolerantes à lactose ou com alergia às proteínas do leite de vaca, e indivíduos que, por razões éticas, ambientais ou de saúde, não consomem produtos de origem animal (69).

Existem diferentes tipos de proteína vegetal disponíveis (Anexo 1):

- **Proteína de Soja (*Glycine max*)**

A proteína de soja (PS) é a alternativa mais comum e completa. Contém todos os aminoácidos essenciais, apresenta grandes quantidades de aminoácidos de cadeia ramificada (isoleucina, leucina e valina) e, em comparação com as proteínas de origem animal, contém quantidades superiores dos aminoácidos anabólicos, arginina e glutamina (34, 61).

No entanto, em comparação com as proteínas do leite (Proteína Whey ou caseína), a proteína de soja demonstra menor digestibilidade (70) e possui um valor biológico inferior – é pobre em metionina e lisina (34) e apresenta níveis ligeiramente inferiores de leucina (71).

Os produtos de proteína de soja são comercializados como pós de soja concentrados ou isolados. A proteína de soja concentrada tem cerca de 70% de proteína e retém grande parte da fibra do grão de soja original. A proteína de soja isolada é a forma mais refinada: apresenta um mínimo proteico de 90% e não contém fibra, hidratos de carbono ou gorduras, sendo facilmente digerível (34, 61).

Além de estimular a síntese de proteínas e promover a hipertrofia muscular, a soja também parece apresentar benefícios cardiovasculares e anti-inflamatórios adicionais, associados às isoflavonas e outros fitoquímicos presentes no grão. A soja tem efeito antioxidante, reduz a concentração do colesterol LDL e pode atuar como modulador seletivo dos recetores estrogénicos, reduzindo os sintomas associados à menopausa e, possivelmente, diminuindo o risco de incidência de cancro da mama (61).

Num estudo efetuado por Brown et al. concluíram que, tanto os participantes que consumiram barras proteicas de whey como os que consumiram barras proteicas de soja, em combinação com a prática de exercício físico, mostraram aumentos

semelhantes e estatisticamente significativos da massa corporal magra, em comparação com os indivíduos que treinaram sem suplementação. O estudo também demonstrou que o grupo que consumiu proteína de soja apresentava melhores capacidades antioxidantes após o treino, medidas por dois parâmetros diferentes (capacidade de absorção de radicais do plasma e atividade da mieloperoxidase plasmática). No entanto, a amostra e a duração do estudo foram reduzidas, a dieta dos participantes não foi controlada e um dos autores é proprietário da empresa que produz as barras de soja utilizadas no estudo, introduzindo um potencial conflito de interesses nas conclusões (72).

**Tabela 3 – Composição Nutricional da Proteína de Soja, por 100 g (73):**

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Energia (kJ/ kcal)      | 1615 kJ / 386 kcal |
| Lípidos (g)             | 3,90 g             |
| Saturados (g)           | 1,00 g             |
| Hidratos de carbono (g) | 1,60 g             |
| Açúcares (g)            | 0 g                |
| Proteínas (g)           | 86,0 g             |
| Sal (g)                 | 2,50 g             |

**Tabela 4 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Soja, sem sabor (73):**

|                        |              |            |          |                 |         |
|------------------------|--------------|------------|----------|-----------------|---------|
| Aminoácidos essenciais | BCAAs        | Leucina    | 8,20 g   | Ácido glutâmico | 19,10 g |
|                        |              | Isoleucina | 4,90 g   | Ácido aspártico | 11,60 g |
|                        |              | Valina     | 5,00 g   | Alanina         | 4,30 g  |
|                        | Histidina    | 2,60 g     | Serina   | 5,20 g          |         |
|                        | Lisina       | 6,30 g     | Cisteína | 1,30 g          |         |
|                        | Fenilalanina | 5,20 g     | Glicina  | 4,20 g          |         |
|                        | Metionina    | 1,30 g     | Prolina  | 5,10 g          |         |
|                        | Treonina     | 3,70 g     | Tirosina | 3,80 g          |         |
|                        | Triptofano   | 1,40 g     | Arginina | 7,60 g          |         |

- **Proteína de Ervilha (*Pisum sativum*)**

A proteína de ervilha (PE) resulta de um processo de extração da proteína solúvel de ervilhas secas amarelas ou verdes. É uma alternativa de alta qualidade às proteínas à base de soja ou de leite, possuindo cerca de 80 g de proteína por cada 100 g de PE.

Possui todos os aminoácidos, sendo particularmente rica em lisina e arginina. Também fornece um bom perfil de micronutrientes como ferro, magnésio, fósforo e cálcio (69, 74).

A proteína de ervilha é de fácil digestão. Sendo rica em fibra, ajuda a regular a resposta glicémica pós-pandrial e o apetite. A sensação de saciedade que origina pode contribuir para a perda de peso (74).

A PE pode ser consumida por qualquer pessoa, devido à sua baixa alergenicidade e custo económico reduzido. Além disso, é uma escolha proteica altamente sustentável, com uma pegada de carbono e de água reduzida (69, 74).

Em comparação com a proteína whey, a única desvantagem é ser relativamente pobre em metionina e possuir um teor em leucina inferior – é necessário consumir 35 g de proteína de ervilha para obter a mesma quantidade de leucina presente em 20 g de proteína do soro do leite (69, 74).

**Tabela 5 – Composição Nutricional da Proteína de Ervilha, por 100 g (75):**

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Energia (kJ/ kcal)      | 1669 kJ / 399 kcal |
| Lípidos (g)             | 8,80 g             |
| Saturados (g)           | 1,70 g             |
| Hidratos de carbono (g) | 2,90 g             |
| Açúcares (g)            | 0,60 g             |
| Proteínas (g)           | 77,0 g             |
| Sal (g)                 | 2,60 g             |

**Tabela 6 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Ervilha, sem sabor (75):**

|                        |              |            |          |                 |         |
|------------------------|--------------|------------|----------|-----------------|---------|
| Aminoácidos essenciais | BCAAs        | Leucina    | 8,20 g   | Ácido glutâmico | 17,00 g |
|                        |              | Isoleucina | 4,70 g   | Ácido aspártico | 12,00 g |
|                        |              | Valina     | 5,00 g   | Alanina         | 4,30 g  |
|                        | Histidina    | 2,50 g     | Serina   | 5,10 g          |         |
|                        | Lisina       | 7,10 g     | Cisteína | 1,00 g          |         |
|                        | Fenilalanina | 5,50 g     | Glicina  | 4,00 g          |         |
|                        | Metionina    | 1,10 g     | Prolina  | 5,30 g          |         |
|                        | Treonina     | 3,80 g     | Tirosina | 3,80 g          |         |
|                        | Triptofano   | 1,00 g     | Arginina | 8,70 g          |         |

- **Proteína de arroz (*Oryza sativa*)**

A proteína de arroz (PA) é obtida a partir de grãos de arroz integral. Contém 80% de proteína, oferecendo todos os aminoácidos necessários para a formação e recuperação dos tecidos. Também fornece vitaminas e minerais – ferro, magnésio e vitamina B12 – e é rica em fibra, contribuindo para o bom funcionamento do trânsito intestinal (74, 76).

A proteína de arroz apresenta elevada digestibilidade e rápida absorção (76 – 78).

À semelhança da proteína de ervilha, a PA é hipoalergénica, saciante e baixa em calorias (74, 76 – 78).

Como apresenta baixas concentrações do aminoácido lisina, é recomendado misturar com proteínas de ervilha ou cânhamo para obter uma proteína mais completa (74, 77).

**Tabela 7 – Composição Nutricional da Proteína de Arroz, por 100 g (79):**

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Energia (kJ/ kcal)      | 1628 kJ / 389 kcal |
| Lípidos (g)             | 1,50 g             |
| Saturados (g)           | 0 g                |
| Hidratos de carbono (g) | 12,00 g            |
| Açúcares (g)            | 0 g                |
| Proteínas (g)           | 80,0 g             |
| Sal (g)                 | 0,09 g             |
| Fibra (g)               | 3,70               |

**Tabela 8 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Arroz, sem sabor (79):**

|                        |              |            |          |                 |         |
|------------------------|--------------|------------|----------|-----------------|---------|
| Aminoácidos essenciais | BCAAs        | Leucina    | 8,37 g   | Ácido glutâmico | 17,74 g |
|                        |              | Isoleucina | 4,42 g   | Ácido aspártico | 8,85 g  |
|                        |              | Valina     | 5,77 g   | Alanina         | 5,85 g  |
|                        | Histidina    | 2,17 g     | Serina   | 4,92 g          |         |
|                        | Lisina       | 3,16 g     | Cisteína | 2,23 g          |         |
|                        | Fenilalanina | 5,60 g     | Glicina  | 4,40 g          |         |
|                        | Metionina    | 2,94 g     | Prolina  | 4,80 g          |         |
|                        | Treonina     | 3,62 g     | Tirosina | 5,54 g          |         |
|                        | Triptofano   | 1,35 g     | Arginina | 8,39 g          |         |

- **Proteína de Sementes de Cânhamo (*Cannabis sativa*)**

A proteína de cânhamo (PC) é obtida através da extração do óleo presente nas sementes e moagem até à obtenção de um pó fino homogéneo. O produto final tem um sabor semelhante aos frutos secos, e é particularmente prezado pelo seu valor nutricional tão completo (80).

As proteínas presentes nas sementes de cânhamo apresentam uma elevada digestibilidade e são de alto valor biológico, contendo todos os aminoácidos essenciais (80).

Além de ser uma proteína completa, também é uma excelente fonte de fibras, contribuindo para a saciedade, manutenção ou perda de peso, melhoria do trânsito intestinal e regulação da glicémia (80).

Embora seja obtida através da prensagem das sementes de cânhamo, a PC pode ainda conter 10% de gorduras insaturadas. O cânhamo é rico em ácidos gordos essenciais e contém o rácio de ómega 3 e ómega 6 ideal (3:1) para o bom funcionamento do sistema imunitário, cardiovascular e neurológico (81).

A proteína de cânhamo também é rica em minerais como fósforo, potássio, magnésio, cálcio, ferro, manganês, zinco e cobre (81).

**Tabela 9 – Composição Nutricional da Proteína de Sementes de Cânhamo, sem sabor, por 100 g (82):**

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Energia (kJ/ kcal)      | 1720 kJ / 411 kcal |
| Lípidos (g)             | 13,00 g            |
| Saturados (g)           | 1,50 g             |
| Hidratos de carbono (g) | 16,00 g            |
| Açúcares (g)            | 5,40 g             |
| Proteínas (g)           | 47,0 g             |
| Sal (g)                 | 0 g                |
| Fibra (g)               | 21,0 g             |

**Tabela 10 – Aminograma, por 100 g de Proteína de Sementes de Cânhamo, sem sabor (82):**



|                        |              |            |          |                 |         |
|------------------------|--------------|------------|----------|-----------------|---------|
| Aminoácidos essenciais | BCAAs        | Leucina    | 6,30 g   | Ácido glutâmico | 19,10 g |
|                        |              | Isoleucina | 2,80 g   | Ácido aspártico | 11,20 g |
|                        |              | Valina     | 3,80 g   | Alanina         | 4,70 g  |
|                        | Histidina    | 2,17 g     | Serina   | 6,20 g          |         |
|                        | Lisina       | 3,90 g     | Cisteína | 2,00 g          |         |
|                        | Fenilalanina | 4,40 g     | Glicina  | 5,20 g          |         |
|                        | Metionina    | 2,30 g     | Prolina  | 4,30 g          |         |
|                        | Treonina     | 3,70 g     | Tirosina | 3,50 g          |         |
|                        | Triptofano   | 0,90 g     | Arginina | 12,609 g        |         |

#### 4.1.3.1 Exercício físico e suplementação com Proteína Vegetal

Tanto os suplementos de proteínas de origem animal (proteína whey, caseína, ovo), como os de origem vegetal (soja, ervilha, arroz, sementes de cânhamo), são compostos por proteínas nutricionalmente completas, altamente digeríveis e de elevado valor biológico. Assim sendo, o efeito que provocam no organismo é muito semelhante. A ingestão de qualquer tipo de suplemento proteico resulta num aumento da concentração de aminoácidos plasmáticos, que estimula a síntese de proteínas musculares e, quando associada à prática de exercício físico, promove a hipertrofia e a regeneração tecidual, favorecendo o desenvolvimento da força e desempenho muscular (6, 7, 61, 69).

Como a resposta da insulina está intimamente relacionada com o aumento dos aminoácidos plasmáticos, o consumo destes suplementos também estimulam a produção desta hormona anabólica (51).

Adicionalmente, a ingestão de suplementos de proteína pode proporcionar uma sensação de saciedade, favorecendo a manutenção ou perda de peso (6, 7, 61).

Em comparação com as fontes de proteína de origem animal, as proteínas vegetais em geral apresentam biodisponibilidade inferior e possuem menos aminoácidos essenciais, nomeadamente níveis mais baixos de leucina. Desta forma, a sua capacidade de estimular a síntese de proteínas musculares e de promover adaptações ao treino físico pode não ser equivalente à da Proteína Whey. De modo a perceber se de facto as proteínas vegetais são alternativas de qualidade inferior, foram realizados vários estudos para comparar a eficácia dos diferentes tipos de suplementos alimentares proteicos (7, 34, 83, 84).

Estudos efetuados por Tang et al., Philips et al. e Volek et al. concluíram que, em comparação com a proteína de soja, a ingestão de proteína de soro do leite resulta num aumento das concentrações de aminoácidos essenciais no sangue e estimula mais a síntese proteica, suportando ganhos de massa muscular superiores (70, 71, 85).

Pelo contrário, o estudo de Candow et al. não encontrou quaisquer diferenças na massa magra ou nos ganhos de força entre os grupos suplementados com proteína whey ou proteína de soja, em combinação com a prática de exercício físico. Porém, a dieta habitual dos participantes continha mais de 1,6 g de proteína/kg de peso corporal/dia, sem a inclusão do suplemento, o que seria suficiente para estimular ao máximo a síntese de proteínas em ambos os grupos, independentemente do tipo de suplementação (86).

Quanto à proteína de ervilha, Banaszek et al. avaliaram os efeitos da suplementação com 24 g de proteína whey ou proteína de ervilha nas adaptações fisiológicas, após 8 semanas de treino funcional de alta intensidade. Concluíram que a ingestão de soro de leite ou proteína de ervilha produziu resultados semelhantes nas medições da composição corporal, espessura muscular, capacidade de produção de força e desempenho físico, demonstrando que a PE pode ser uma alternativa equivalente às proteínas de origem animal. Babault et al. demonstraram inclusive que o aumento da espessura do músculo foi significativamente superior no grupo que consumia proteína de ervilha, em comparação com o grupo que consumiu a mesma quantidade de proteína whey (87).

Num estudo mais atual, Nieman et al. compararam o efeito da proteína de ervilha e da proteína whey na inflamação e danos musculares associados ao exercício físico. A ingestão elevada de PE durante 5 dias, após um programa de treino intenso, mitigou os níveis sanguíneos pós-exercício de biomarcadores de lesão muscular (creatina cinase e mioglobina), em comparação com o grupo placebo. No entanto, a ingestão de PW apresentou efeitos significativamente superiores (88).

Para avaliar os efeitos da proteína de arroz, Joy et al. desenvolveram um estudo onde os participantes foram divididos em 2 grupos: um consumia 48 g de proteína whey, e o outro consumia a mesma quantidade de proteína de arroz, imediatamente após o treino, durante 8 semanas. A percentagem de massa magra, a espessura muscular e a capacidade de produção de força aumentaram em ambos os grupos mas não foram notadas diferenças significativas entre eles. No entanto, não se pode concluir que a

proteína de arroz seja tão eficaz quanto a proteína whey porque a dose de proteína utilizada no estudo foi muito elevada, fornecendo, em ambos os casos, quantidades de leucina suficientes para estimular ao máximo a síntese de proteínas musculares (83).

A nível nutricional, a proteína de cânhamo, quando comparada com a proteína de soro do leite, apresenta um conteúdo proteico menor, mas maior teor em fibra insolúvel e gordura insaturada. A PC parece ser uma opção viável e promissora para potenciar o aporte não só de proteína de alto valor biológico, mas também de ácidos gordos essenciais, especialmente em dietas vegetarianas ou vegan. No entanto, quanto à suplementação no desporto, ainda não foram efetuados estudos que comprovem os seus benefícios ou que a comparem com outros tipos de suplementos proteicos (80, 81).

De um modo geral, os resultados indicam que, quando a quantidade de aminoácidos essenciais e leucina são equivalentes, os efeitos sobre a síntese de proteína muscular parecem ser semelhantes, independentemente da fonte. No entanto, é necessário consumir doses elevadas de proteínas de origem vegetal para obter quantidades altas de leucina, o que resulta numa maior ingestão calórica e tempo de digestão superior (58).

Para solucionar esta limitação, os métodos propostos para melhorar a qualidade da proteína vegetal incluem fortificação com metionina, lisina e/ou leucina ou misturar diferentes tipos de proteína (89).

#### **4.1.3.2 Segurança**

Um dos problemas associados à proteína vegetal é a presença de fatores anti-nutricionais. Os fitatos, as lectinas e os inibidores de tripsina são anti-nutrientes presentes em leguminosas e cereais, que interferem com o processo de absorção. Assim, a ingestão de proteína de soja, ervilha ou arroz pode comprometer a absorção de nutrientes e provocar problemas intestinais, como inchaço abdominal, flatulência ou cólicas (90).

O cânhamo, ao contrário dos restantes suplementos proteicos vegetais, não apresenta inibidores de enzimas na sua constituição. Além disso, apesar de ser uma planta da variedade *Cannabis*, não possui a substância psicoactiva (THC) encontrada noutras variedades, por esse motivo o seu consumo é considerado seguro (80, 81).

Como qualquer suplemento alimentar, o consumo deve ser moderado e de acordo com as recomendações.

## 5 Inquérito: “Consumo de suplementos alimentares em Portugal”

Com o propósito de avaliar o consumo de suplementos alimentares ergogénicos em Portugal, realizámos um inquérito *online* através da plataforma *Google Forms* (Anexo 2). Foram obtidas 226 respostas no período de 08 de Janeiro de 2021 até 31 de Março de 2021. Os dados recolhidos tiveram um tratamento que respeitou o consentimento informado e a confidencialidade de toda a informação obtida.

### Dados demográficos

De entre os 226 participantes, 212 são do sexo feminino e somente 14 do sexo masculino. Apenas 4% dos participantes tem idade inferior a 18 anos. 57% tem idade compreendida entre os 18 e os 25 anos, 34% entre os 26 e 35 anos e os restantes 5% têm idade igual ou superior a 36 anos.

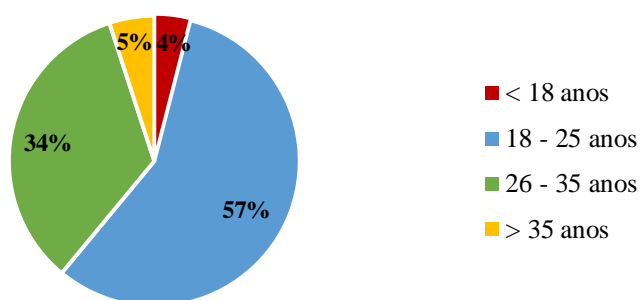


Figura 2 – Idade dos participantes.

### Dados relativos à prática de exercício físico

208 participantes (92%) praticam exercício físico regularmente. O inquérito terminava neste ponto para aqueles que não praticam desporto com frequência.

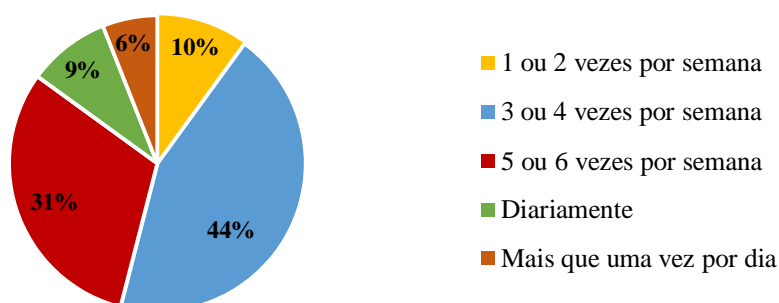
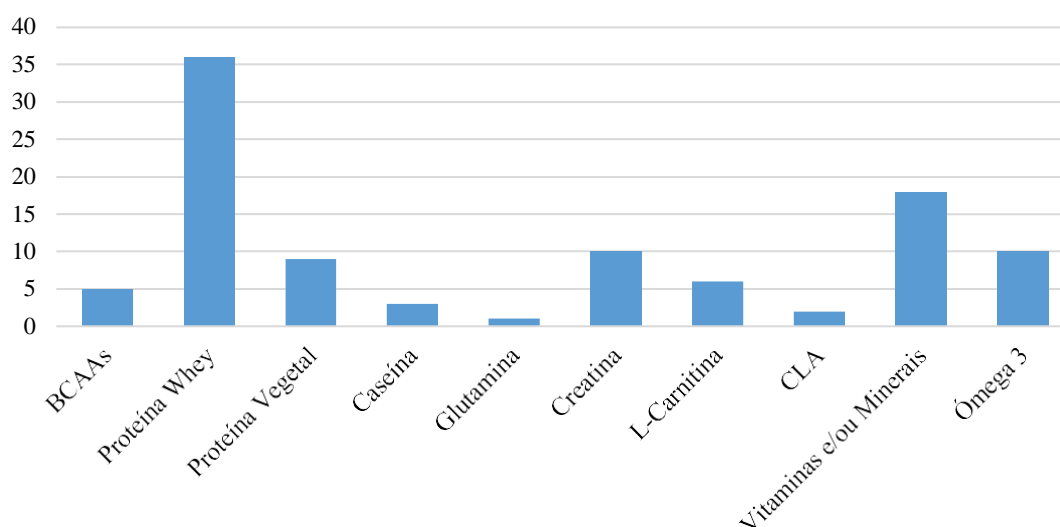


Figura 3 – Frequência da prática de exercício físico.

Dos desportos praticados, os mais mencionados foram musculação e atletismo. Todos os participantes classificaram a intensidade geral do seu treino como superior a 5, numa escala de 1 a 10, considerando 0 como pouco intenso e 10 muito intenso. A maioria (68%) considerou a intensidade dos seus treinos como 7 ou 8.

### Dados relativos ao uso de suplementos

58% dos participantes consome ou já consumiu suplementos alimentares destinados a desportistas.



**Figura 4 – Tipo de suplementos alimentares consumidos.**

O mais usado é, indubitavelmente, a proteína whey. Seguido de minerais ou vitaminas, sendo o magnésio e os multivitamínicos, os suplementos mais referidos nesta categoria.

Os ômega 3 e 6 são ácidos gordos polinsaturados essenciais com uma forte ação anti-inflamatória e um papel fundamental nos processos de crescimento, desenvolvimento e reparação do organismo. A suplementação com ômega-3 foi recentemente proposta como ergogénica por melhorar o desempenho do atleta através da mitigação da inflamação e lesões oxidativas induzidas pelo exercício físico, promoção da adaptação e recuperação muscular e prevenção de lesões (91, 92).

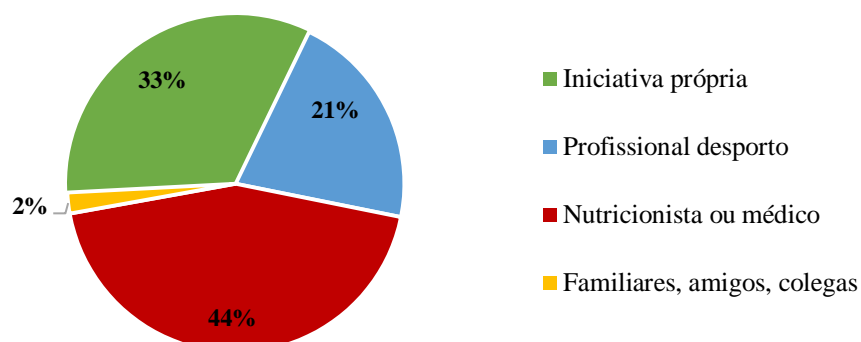
A creatina é uma substância naturalmente produzida pelo fígado, rins e pâncreas, a partir dos aminoácidos glicina, arginina e metionina. É armazenada maioritariamente no músculo-esquelético, sob a forma de fosfocreatina ( $\approx 70\%$ ), e está envolvida na produção de ATP. Assim sendo, os suplementos de creatina podem ser consumidos com

o intuito de fornecer energia, retardando o aparecimento de fadiga, facilitando a recuperação muscular e melhorando a capacidade de produção de força e o rendimento desportivo, principalmente em treinos de alta intensidade e curta duração. Estudos mostram que a suplementação é segura e bem tolerada em indivíduos saudáveis (6, 93).

A L-Carnitina e o CLA, ou Ácido Linoleico Conjugado, atuam sobre o metabolismo dos lípidos, sendo comercializados como suplementos alimentares auxiliares na perda de peso (94, 95).

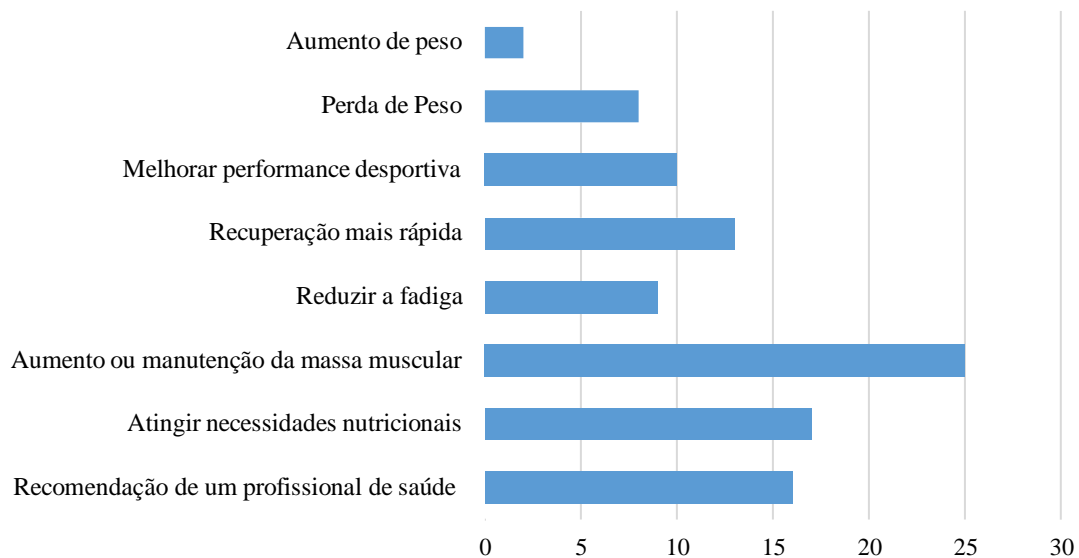
38% dos participantes consome suplementos alimentares diariamente, 30% só consome nos dias em que treina e 32% consome, no máximo, 3 vezes por semana.

Quanto ao aconselhamento dado sobre a suplementação, 44% dos intervenientes refere que iniciou a suplementação por indicação do médico ou nutricionista, 21% por indicação de um profissional de desporto, nomeadamente *personal trainer* ou treinador, e os restantes 35% consome suplementos por recomendação de conhecidos sem formação sobre o assunto ou por iniciativa própria.



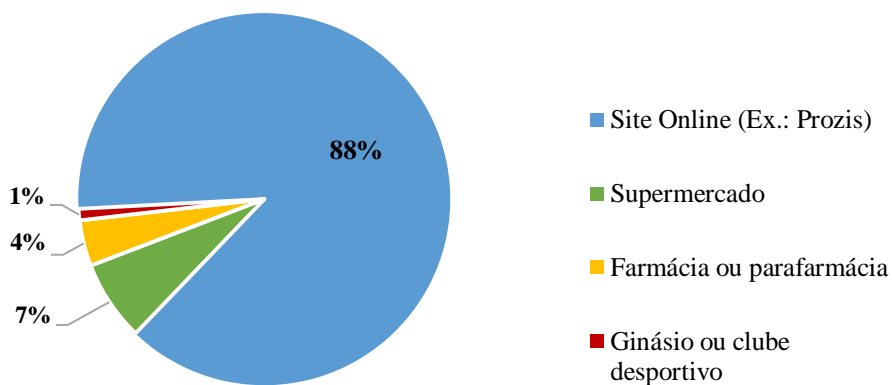
**Figura 5 – Dados sobre a recomendação de suplementos alimentares.**

Os motivos que mais influenciam os atletas a consumir suplementos ergogénicos são aumentar a massa muscular, atingir necessidades nutricionais diárias, quando não são obtidas através da alimentação, ou por recomendação de um profissional de saúde. Outras razões mencionadas foram reduzir a fadiga, reduzir o tempo de recuperação, melhorar o desempenho desportivo e aumentar ou perder peso.



**Figura 6 – Motivos para consumir suplementos alimentares.**

Cerca de 88% dos participantes deste inquérito obtém os seus suplementos alimentares através de *sites* online, onde não há qualquer aconselhamento e a origem é, frequentemente, estrangeira, sendo que nestes casos os suplementos não têm de cumprir os padrões de segurança exigidos na legislação portuguesa.



**Figura 7 – Locais de eleição para a compra de suplementos alimentares.**

## 6 Conclusão

Os atletas recreativos, amadores ou profissionais recorrem, cada vez mais, a suplementos alimentares ergogénicos com o propósito de aumentar a massa muscular, reduzir a fadiga, melhorar o desempenho desportivo e/ou controlar o peso.

Os mais consumidos são indubitavelmente os suplementos proteicos, nomeadamente os aminoácidos de cadeia ramificada, a proteína do soro do leite e as proteínas vegetais.

Os aminoácidos de cadeia ramificada estimulam os processos responsáveis pela síntese de proteínas através da ativação da mTOR pela leucina. Este mecanismo contribui para o aumento da massa muscular e reparação de lesões tecidulares induzidas pela prática de exercício físico, favorecendo a hipertrofia e o aumento da força muscular.

A suplementação com BCAAs também contribui para a redução da fadiga através da inibição da passagem do triptofano livre pela barreira hematoencefálica e mitiga a lesão e dor muscular. Adicionalmente, a oxidação dos BCAAs, promovida pelo exercício físico, permite aumentar a produção de energia.

A proteína do soro do leite e as proteínas vegetais são formadas, não só por aminoácidos de cadeia ramificada, mas também por todos os aminoácidos essenciais, tornando estes suplementos mais completos. Além dos benefícios mencionados para os BCAAs, estes produtos apresentam outras vantagens: Estimulam a produção de insulina, que por sua vez exerce funções anabólicas, reforçam o sistema imunitário e favorecem a redução da gordura corporal e aumento da massa magra, quando associados à prática de exercício físico.

As proteínas vegetais, nomeadamente a proteína de soja, de ervilha, de arroz ou sementes de cânhamo, são alternativas convenientes para indivíduos que não consomem proteínas do soro do leite ou similares. Em comparação com as fontes de proteína de origem animal, as proteínas vegetais apresentam biodisponibilidade e valor biológico ligeiramente inferior, no entanto, independentemente do suplemento escolhido, o teor de aminoácidos essenciais, particularmente leucina, parece ser o fator determinante na síntese proteica.

Como qualquer suplemento alimentar, o seu consumo exagerado pode estar associado a alguns riscos, especialmente, ao nível da função renal, hepática e massa óssea. Em indivíduos com doença renal pré-existente, em particular com filtração glomerular



insuficiente, uma condição muitas vezes desconhecida e assintomática, o excesso de proteína pode ter implicações graves, como a formação de cálculos renais, desenvolvimento de gota e/ou insuficiência renal crónica.

A suplementação com qualquer suplemento proteico deve ser efetuada de forma responsável e segura e, idealmente, apenas sob a recomendação de um profissional de saúde.

De qualquer forma, as necessidades nutricionais proteicas são facilmente satisfeitas e os alegados benefícios da suplementação podem ser alcançados através da alimentação. Tendo em conta a fraca evidência que existe ainda em relação à eficácia e segurança dos suplementos alimentares, aliada à legislação pouco exigente, o mais correto será, sempre que possível, seguir uma alimentação completa e variada, em combinação com a prática regular de exercício, e recorrer a este tipo de suplementos alimentares apenas quando necessário e recomendado.

No entanto, a realidade é que o recurso a suplementos alimentares não se tem feito apenas nessas condições. Como confirmado pelos resultados do inquérito realizado, o consumo de suplementos ergogénicos é motivado, não só por deficiências nutricionais, mas principalmente pelo desejo de aumentar a massa muscular e melhorar, de forma geral, o rendimento físico. A venda livre deste tipo de produtos em supermercados, farmácias ou *sites* online permite que qualquer indivíduo tenha acesso a eles, constituindo um risco, especialmente quando a decisão de suplementar é feita por iniciativa própria e sem a supervisão de profissionais de saúde.

Posto isto, considero que a legislação deveria exigir mais estudos de qualidade e segurança e, idealmente, que a venda deste tipo de produtos apenas fosse permitida em farmácias, onde farmacêuticos informados sobre o assunto saberiam dar o melhor aconselhamento para garantir o consumo apropriado de suplementos alimentares.

## Referências Bibliográficas

1. Portugal. Ministério da Agricultura e do Mar. Decreto-Lei n.º 118/2015, de 23 junho. Procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 136/2003, de 28 de junho. [Internet]. Diário da República N.º 120/2015, Série I de 23 junho 2015, p. 4389–94. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/67541745/details/maximized> [acesso a 4 de janeiro de 2021]
2. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Perguntas Frequentes (FAQ) Suplementos Alimentares. 2019
3. Direção Geral de Alimentação e Veterinária, Autoridade de Segurança Alimentar e Económica, INFARMED IP. Produtos-Fronteira entre Suplementos alimentares e Medicamentos. 2013
4. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Produtos Fronteira entre Suplementos Alimentares e Alimentos para Desportistas. 2016
5. Ponciano F. Preparação do processo de Autorização de Introdução no Mercado. Ordem dos Farmacêuticos. 2013.
6. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise and sport nutrition review: Research and recommendations. Vol. 7, Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2010.
7. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. Vol. 14, Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2017.
8. Vitale K, Getzin A. Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. Vol. 11, Nutrients. 2019
9. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. EFSA J 2012; 10(2)
10. Neinast M, Murashige D, Arany Z. Branched Chain Amino Acids. Vol. 81, Annual Review of Physiology. Annual Reviews Inc.; 2019. p. 139–64.
11. Zhang ZY, Monleon D, Verhamme P, Staessen JA. Branched-chain amino acids as critical switches in health and disease. Vol. 72, Hypertension. 2018.

12. Shimomura Y, Murakami T, Nakai N, Nagasaki M, Harris RA. Exercise promotes BCAA catabolism: Effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. In: *Journal of Nutrition*. 2004.
13. Nie C, He T, Zhang W, Zhang G, Ma X. Branched chain amino acids: Beyond nutrition metabolism. Vol. 19, *International Journal of Molecular Sciences*. 2018.
14. Anthony JC, Anthony TG, Kimball SR, Jefferson LS. Signaling pathways involved in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. In: *Journal of Nutrition*. 2001.
15. Fouré A, Bendahan D. Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage? A systematic review. Vol. 9, *Nutrients*. 2017.
16. Santos C de S, Nascimento FEL. Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein synthesis in humans: a biochemical review. Vol. 17, *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*. 2019.
17. Hormoznejad R, Zare Javid A, Mansoori A. Effect of BCAA supplementation on central fatigue, energy metabolism substrate and muscle damage to the exercise: a systematic review with meta-analysis. Vol. 15, *Sport Sciences for Health*. 2019.
18. Abumoh'D MF, Matalqah L, Al-Abdulla Z. Effects of Oral Branched-Chain Amino Acids (BCAAs) Intake on Muscular and Central Fatigue during an Incremental Exercise. *J Hum Kinet*. 2020; 72 (1).
19. Kim D-H, Kim S-H, Jeong W-S, Lee H-Y. Effect of BCAA intake during endurance exercises on fatigue substances, muscle damage substances, and energy metabolism substances. *J Exerc Nutr Biochem*. 2013; 17 (4).
20. Vandusseldorp TA, Escobar KA, Johnson KE, Stratton MT, Moriarty T, Cole N, et al. Effect of branched-chain amino acid supplementation on recovery following acute eccentric exercise. *Nutrients*. 2018; 10 (10).
21. Howatson G, Hoad M, Goodall S, Tallent J, Bell PG, French DN. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: A randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012; 9.

22. Sharp CPM, Pearson DR. Amino acid supplements and recovery from high-intensity resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010; 24 (4).
23. Matsumoto K, Koba T, Hamada K, Sakurai M, Higuchi T, Miyata H. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009; 49 (4).
24. Koba T, Hamada K, Sakurai M, Matsumoto K, Hayase H, Imaizumi K, et al. Branched-chain amino acids supplementation attenuates the accumulation of blood lactate dehydrogenase during distance running. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007; 47 (3).
25. Greer BK, Woodard JL, White JP, Arguello EM, Haymes EM. Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007; 17 (6).
26. Coombes JS, McNaughton LR. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000; 40 (3).
27. Asjodi F, Khotbesara RD, Gargari BP, Izadi A. Impacts of combined or single supplementation of branched-chain amino acids on delayed onset muscle soreness and muscle damage following resistance exercise. *Prog Nutr.* 2018; 20 (2).
28. Areces F, Salinero JJ, Abian-Vicen J, González-Millán C, Gallo-Salazar C, Ruiz-Vicente D, et al. A 7-day oral supplementation with branched-chain amino acids was ineffective to prevent muscle damage during a marathon. *Amino Acids.* 2014; 46 (5).
29. Stock MS, Young JC, Golding LA, Kruskall LJ, Tandy RD, Conway-Klaassen JM, et al. The effects of adding leucine to pre and postexercise carbohydrate beverages on acute muscle recovery from resistance training. *J Strength Cond Res.* 2010; 24 (8).
30. Waldron M, Whelan K, Jeffries O, Burt D, Howe L, Patterson SD. The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout

- of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2017; 42 (6).
31. Jackman SR, Witard OC, Jeukendrup AE, Tipton KD. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42 (5).
  32. Shimomura Y, Inaguma A, Watanabe S, Yamamoto Y, Muramatsu Y, Bajotto G, et al. 31 Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20 (3).
  33. Gee TI, Deniel S. Branched-chain aminoacid supplementation attenuates a decrease in power-producing ability following acute strength training. In: *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2016.
  34. Ali A, Lee SJ, Rutherford-Markwick KJ. Chapter 6: Sports and exercise supplements. Elsevier; 2019. p. 579–635.
  35. Naclerio F, Seijo M. Whey protein supplementation and muscle mass: current perspectives. *Nutr Diet Suppl.* 2019; Volume 11: 37–48.
  36. Marshall K. Therapeutic applications of whey protein. Vol. 9, *Alternative Medicine Review.* 2004.
  37. 100% Real Whey Protein 1000 g, Site Prozis. [Internet]. Disponível em: <https://www.prozis.com/pt/pt/prozis/100-real-whey-protein-1000-g> [acesso a 30 de janeiro de 2021]
  38. Sousa M, Teixeira VH. Nutrição no Desporto / Sports Nutrition [Internet]. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301849349> [acesso a 31 de janeiro de 2021]
  39. Hulmi JJ, Tannerstedt J, Selänne H, Kainulainen H, Kovanen V, Mero AA. Resistance exercise with whey protein ingestion affects mTOR signaling pathway and myostatin in men. *J Appl Physiol.* 2009; 106 (5).
  40. Hulmi JJ, Kovanen V, Selänne H, Kraemer WJ, Häkkinen K, Mero AA. Acute and long-term effects of resistance exercise with or without protein ingestion on muscle hypertrophy and gene expression. *Amino Acids.* 2009; 37 (2).

41. Coburn JW, Housh DJ, Housh TJ, Malek MH, Beck TW, Cramer JT, et al. Effects of leucine and whey protein supplementation during eight weeks of unilateral resistance training. *J Strength Cond Res.* 2006; 20 (2).
42. Park Y, Park H-Y, Kim J, Hwang H, Jung Y, Kreider R, et al. Effects of whey protein supplementation prior to, and following, resistance exercise on body composition and training responses: A randomized double-blind placebo-controlled study. *J Exerc Nutr Biochem.* 2019; 23 (2).
43. Phillips SM. The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass. Vol. 13, *Nutrition and Metabolism.* 2016.
44. Devries MC, Phillips SM. Supplemental protein in support of muscle mass and health: Advantage whey. *J Food Sci.* 2015; 80 (S1).
45. Hulmi JJ, Lockwood CM, Stout JR. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein. Vol. 7, *Nutrition and Metabolism.* 2010.
46. Witard OC, Jackman SR, Breen L, Smith K, Selby A, Tipton KD. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *Am J Clin Nutr.* 2014; 99 (1).
47. Reidy PT, Rasmussen BB. Role of ingested amino acids and protein in the promotion of resistance exercise-induced muscle protein anabolism. *J Nutr.* 2016; 146 (2).
48. Morton RW, McGlory C, Phillips SM. Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. Vol. 6, *Frontiers in Physiology.* 2015.
49. Dideriksen K, Reitelseder S, Holm L. Influence of amino acids, dietary protein, and physical activity on muscle mass development in humans. Vol. 5, *Nutrients.* 2013.
50. McGregor RA, Poppitt SD. Milk protein for improved metabolic health: A review of the evidence. Vol. 10, *Nutrition and Metabolism.* 2013.

51. Calbet JAL, MacLean DA. Plasma glucagon and insulin responses depend on the rate of appearance of amino acids after ingestion of different protein solutions in humans. *J Nutr.* 2002; 132 (8).
52. Cooke MB, Rybalka E, Stathis CG, Cribb PJ, Hayes A. Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010; 7.
53. Pasiakos SM, Lieberman HR, McLellan TM. Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: A systematic review. Vol. 44, *Sports Medicine.* 2014.
54. Haun CT, Vann CG, Mobley CB, Roberson PA, Osburn SC, Holmes HM, et al. Effects of Graded Whey Supplementation During Extreme-Volume Resistance Training. *Front Nutr.* 2018; 5.
55. Cribb PJ, Williams AD, Carey MF, Hayes A. The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006; 16 (5).
56. Akhavan T, Luhovyy BL, Brown PH, Cho CE, Anderson GH. Effect of premeal consumption of whey protein and its hydrolysate on food intake and postmeal glycemia and insulin responses in young adults. *Am J Clin Nutr.* 2010; 91 (4).
57. Miller PE, Alexander DD, Perez V. Effects of Whey Protein and Resistance Exercise on Body Composition: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Coll Nutr.* 2014; 33 (2).
58. Naclerio F, Larumbe-Zabala E. Effects of Whey Protein Alone or as Part of a Multi-ingredient Formulation on Strength, Fat-Free Mass, or Lean Body Mass in Resistance-Trained Individuals: A Meta-analysis. Vol. 46, *Sports Medicine.* 2016.
59. Hulmi JJ, Laakso M, Mero AA, Häkkinen K, Ahtiainen JP, Peltonen H. The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015; 12 (1).
60. Cermak NM, Res PT, De Groot LCPGM, Saris WHM, Van Loon LJC. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: A meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2012; 96(6).

61. Hoffman JR, Falvo MJ. Protein - Which is best? Vol. 3, Journal of Sports Science and Medicine. 2004.
62. Lands LC, Grey VL, Smountas AA. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. J Appl Physiol. 1999; 87 (4).
63. Erskine RM, Fletcher G, Hanson B, Folland JP. Whey protein does not enhance the adaptations to elbow flexor resistance training. Med Sci Sports Exerc. 2012; 44 (9).
64. Vasconcelos QDJS, Bachur TPR, Aragão GF. Whey protein supplementation and its potentially adverse effects on health: A systematic review. Vol. 46, Applied Physiology, Nutrition and Metabolism. 2021.
65. Phillips SM, Chevalier S, Leidy HJ. Protein “requirements” beyond the RDA: implications for optimizing health. Vol. 41, Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme. 2016.
66. Herda AA, Herda TJ, Costa PB, Ryan ED, Stout JR, Cramer JT. Muscle Performance, Size, and Safety Responses After Eight Weeks of Resistance Training and Protein Supplementation. J Strength Cond Res. 2013; 27 (11).
67. Silverberg NB. Whey protein precipitating moderate to severe acne flares in 5 teenaged athletes. Cutis. 2012; 90 (2).
68. Samal JRK, Samal IR. Protein Supplements: Pros and Cons. Vol. 15, Journal of Dietary Supplements. 2018.
69. Li X, Chen W, Jiang J, Feng Y, Yin Y, Liu Y. Functionality of dairy proteins and vegetable proteins in nutritional supplement powders: A review. Int Food Res J. 2019; 26 (2).
70. Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: Effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. J Appl Physiol. 2009; 107 (3).
71. Phillips SM, Tang JE, Moore DR. The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. J Am Coll Nutr. 2009; 28 (4).



72. Brown EC, DiSilvestro RA, Babaknia A, Devor ST. Soy versus whey protein bars: Effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. *Nutr J.* 2004; 3
73. 100% Proteína de Soja 900 g, Site Prozis. [Internet]. Disponível em: <https://www.prozis.com/pt/pt/prozis/100-proteina-de-soja-900-g> [acesso a 21 de março de 2021]
74. Lu ZX, He JF, Zhang YC, Bing DJ. Composition, physicochemical properties of pea protein and its application in functional foods. Vol. 60, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2020.
75. 100% Pea Protein 900 g, Site Prozis. [Internet]. Disponível em: <https://www.prozis.com/pt/pt/prozis/100-pea-protein-900-g> [acesso a 21 de março de 2021]
76. Dupont C, Bocquet A, Tomé D, Bernard M, Campeotto F, Dumond P, et al. Hydrolyzed rice protein-based formulas, a vegetal alternative in cow's milk allergy. *Nutrients.* 2020; 12 (9).
77. Zhao H, Shen C, Wu Z, Zhang Z, Xu C. Comparison of wheat, soybean, rice, and pea protein properties for effective applications in food products. *J Food Biochem.* 2020; 44 (4).
78. Shih FF. An update on the processing of high-protein rice products. Vol. 47, *Nahrung - Food.* 2003.
79. 100% Proteína de Arroz 900 g, Site Prozis. [Internet]. Disponível em: <https://www.prozis.com/pt/pt/prozis/100-proteina-de-arroz-900-g> [acesso a 21 de março de 2021]
80. Mamone G, Picariello G, Ramondo A, Nicolai MA, Ferranti P. Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa L.*) protein isolates. *Food Res Int.* 2019; 115.
81. Leonard W, Zhang P, Ying D, Fang Z. Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2020; 19 (1).

82. 100% Hemp Protein 900 g, Site Prozis. [Internet]. Disponível em: <https://www.prozis.com/pt/pt/prozis/100-hemp-protein-900-g> [acesso a 21 de março de 2021]
83. Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, De Souza EO, Wilson SM, et al. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J.* 2013; 12 (1).
84. Huecker M, Sarav M, Pearlman M, Laster J. Protein Supplementation in Sport: Source, Timing, and Intended Benefits. Vol. 8, *Current Nutrition Reports.* 2019.
85. Volek JS, Volk BM, Gómez AL, Kunces LJ, Kupchak BR, Freidenreich DJ, et al. Whey Protein Supplementation During Resistance Training Augments Lean Body Mass. *J Am Coll Nutr.* 2013; 32 (2).
86. Candow DG, Burke NC, Smith-Palmer T, Burke DG. 85 Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006; 16 (3).
87. Banaszek A, Townsend JR, Bender D, Vantrease WC, Marshall AC, Johnson KD. The Effects of Whey vs. Pea Protein on Physical Adaptations Following 8-Weeks of High-Intensity Functional Training (HIFT): A Pilot Study. *Sports.* 2019; 7 (1).
88. Nieman DC, Zwetsloot KA, Simonson AJ, Hoyle AT, Wang X, Nelson HK, et al. Effects of whey and pea protein supplementation on post-eccentric exercise muscle damage: A randomized trial. *Nutrients.* 2020; 12 (8).
89. van Vliet S, Burd NA, van Loon LJC. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. Vol. 145, *Journal of Nutrition.* 2015.
90. Sandberg AS. Developing functional ingredients: a case study of pea protein. In: *Functional Foods: Concept to Product: Second Edition.* 2011.
91. Philpott JD, Witard OC, Galloway SDR. Applications of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation for sport performance. Vol. 27, *Research in Sports Medicine.* 2019.
92. Gammone MA, Riccioni G, Parrinello G, D'orazio N. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: Benefits and endpoints in sport. Vol. 11, *Nutrients.* 2019.

93. Hall M, Trojian TH. Creatine Supplementation. *Current Sports Medicine Reports*. Vol. 12 (4) p. 240–244. 2013.
94. Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-carnitine in athletes: Does it make sense? Vol. 20, *Nutrition*. 2004.
95. Lehnert TE, da Silva MR, Camacho A, Marcadenti A, Lehnert AM. A review on effects of conjugated linoleic fatty acid (CLA) upon body composition and energetic metabolism. Vol. 12, *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2015.

## Anexos

### A1. Comparação da Composição Nutricional e Características dos diferentes Suplementos Proteicos

|                                  | Proteína Whey      | Proteína Vegetal   |  |                    |  |
|----------------------------------|--------------------|--|--|--------------------|--|
|                                  |                    | Soja   | Ervilha  | Arroz              | Sementes de cânhamo  |
| Energia                          | 1648 kJ / 394 kcal | 1615 kJ / 386 kcal   | 1669 kJ / 399 kcal   | 1628 kJ / 389 kcal | 1720 kJ / 411 kcal   |
| Lípidos (g)                      | 8,50               | 3,90   | 8,80   | 1,50               | 13,0   |
| Saturados (g)                    | 5,00               | 1,00   | 1,70   | 0                  | 1,50   |
| Hidratos Carbono (g)             | 3,40               | 1,60   | 2,90   | 12,0               | 16,0   |
| Açúcares (g)                     | 3,40               | 0  | 0,60   | 0                  | 5,40   |
| Proteína (g)                     | 76,0               | 86,0   | 77,0   | 80,0               | 47,0   |
| Sal (g)                          | 0,50               | 2,50   | 2,60   | 0,09               | 0  |
| Fibra (g)                        | —                  | —  | —  | 3,70               | 21,0   |
| Digestibilidade                  | +++                | ++   | +++  | +++                | ++   |
| Aminoácidos de cadeia ramificada | ++++               | +++  | +++  | +++                | ++   |
| Aminoácidos limitantes           | —                  | Metionina e lisina   | Metionina  | Lisina             | —  |
| Alergenicidade                   | +++                | +  | 0  | 0                  | —  |
| Outras vantagens                 | —                  | Benefícios cardiovasculares e anti-inflamatórios associados às isoflavonas e outros fitoquímicos | Custo económico reduzido; Escolha proteica altamente sustentável | —                  | Rico em ácidos gordos essenciais e contém o rácio de ómega 3 e ómega 6 ideal |

## A2. Modelo do inquérito realizado

### Consumo de Suplementos Alimentares no Desporto

O presente estudo é realizado no âmbito da dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa. O principal objetivo é analisar, estudar e compreender o mercado emergente de suplementos alimentares no desporto.

Os dados são confidenciais e anónimos, sendo tratados exclusivamente para fins académicos. A sua participação é voluntária, pelo que poderá desistir a qualquer momento.

O tempo médio para completar este questionário é inferior a 5 minutos.

Muito obrigada pela sua colaboração e pelo seu tempo!

Para o esclarecimento de qualquer dúvida ou sugestão relativa a este estudo, por favor contacte-me: [jessicagrilo@campus.ul.pt](mailto:jessicagrilo@campus.ul.pt)

\*Obrigatório

Consentimento Informado \*

- Sim, aceito participar neste estudo.
- Não aceito participar neste estudo.

Seguinte

# Consumo de Suplementos Alimentares no Desporto

\*Obrigatório

## Consumo de Suplementos Alimentares no Desporto

Idade \*

- < 18 anos
- 18 - 25 anos
- 26 - 35 anos
- 36 - 45 anos
- 46 - 55
- > 56 anos

Género \*

- Feminino
- Masculino
- Outro
- Prefiro não responder

Pratica exercício físico regularmente? \*

- Sim
- Não

[Anterior](#)

[Seguinte](#)

## Consumo de Suplementos Alimentares no Desporto

Com que regularidade pratica exercício físico?

- 1 ou 2 vezes por semana
- 3 ou 4 vezes por semana
- 5 ou 6 vezes por semana
- Diariamente
- Mais do que uma vez por dia

Qual (ou quais) o(s) desporto(s) que pratica?

A sua resposta \_\_\_\_\_

Classifique, de 1 a 10, a intensidade geral do seu treino.

- 1   2   3   4   5   6   7   8   9   10
- Pouco intenso                                 Muito intenso

Consome suplementos alimentares como complemento ao seu treino? \*

- Sim
- Já consumi
- Não

[Anterior](#)

[Seguinte](#)

Qual (ou quais) o(s) suplemento(s) que consome ou já consumiu? \*

- Proteína Whey
- BCAAs
- Caseína
- Creatina
- Glutamina
- EAAs (Aminoácidos essenciais)
- Maltodextrina ou "Mass Gainers"
- L-Carnitina
- CLA
- Multivitamínicos, minerais ou vitaminas isoladas específicas
- Ômega-3 ou outros ácidos gordos
- Proteína Vegetal / Vegan
- Outra: \_\_\_\_\_

Com que frequência consome suplementos alimentares?

- Diariamente
- Sempre que treino (antes, durante ou após o treino)
- Raramente
- Outra: \_\_\_\_\_



Quem o/a aconselhou a tomar essa suplementação? \*

- Profissional de desporto (personal trainer, treinador,...)
- Médico
- Nutricionista
- Familiares, amigos ou colegas
- Iniciativa própria
- Outra: \_\_\_\_\_

Qual (ou quais) os motivos que o/a levam a tomar esses suplementos? \*

- Recomendação de um profissional de saúde
- Necessidades diárias não atingidas
- Aumento ou manutenção da massa muscular
- Reduzir a fadiga
- Recuperação mais rápida
- Melhorar performance desportiva
- Perda de peso
- Aumento de peso
- Outra: \_\_\_\_\_

Onde compra, normalmente, esses produtos? \*

- Supermercado
- Farmácia ou parafarmácia
- Loja de desporto (ex.: Sport Zone, Decathlon,...)
- Ginásio ou clube desportivo
- Sites Online (ex.: Prozis, Myprotein,...)
- Outra: \_\_\_\_\_

Anterior

Submeter