



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Afonso António Caridade Batista

**IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO DESPORTIVA  
NA RESISTÊNCIA DO ATLETA**

**ARTIGO DE REVISÃO**

VOLUME 1

Dissertação no âmbito do Mestrado em Medicina Desportiva orientada pela Prof<sup>a</sup> Doutora Lelita Santos e coorientado pelo Dr. Diogo Ferreira apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

Outubro de 2020

## Breve nota bibliográfica

---

O candidato natural de Coimbra, viveu toda a sua vida em Aveiro. Em 2009 ingressou na Faculdade de Medicina da Universitat Autònoma de Barcelona, onde permaneceu durante os três primeiros anos de curso. Em 2012 transferiu-se para a Faculdade de Medicina de Santiago de Compostela onde terminou o Mestrado Integrado em Medicina e Cirurgia pela mesma em 2016.

Desde 2017 que desempenha atividade laboral no Sistema Nacional de Saúde, tendo realizado o ano comum no Hospital de São Teotónio em Viseu. Em 2018 ingressou no internato médico da especialidade de Medicina Geral e Familiar, frequentando no ano corrente o 3º ano do mesmo, estando alocado à Unidade de Saúde Familiar Senhora de Vagos, em Vagos, no Aceso Baixo Vouga.

No ano letivo de 2018-2019 realizou na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra a pós-graduação em Medicina Desportiva.

## Índice Remissivo

---

Breve nota bibliográfica .....	2
Lista de Siglas e Abreviaturas .....	5
Resumo.....	7
Abstract.....	8
Capítulo I: Introdução .....	9
1.1 Suplementação Desportiva.....	9
1.2 Sistema Músculo-Esquelético.....	10
1.3 Vias Energéticas .....	11
1.4 Sistema Circulatório e Transporte de Oxigénio.....	12
Capítulo II: Material e Métodos:.....	14
Critérios de inclusão e exclusão: .....	14
Capítulo III - Suplementos Minerais e Vitamina D.....	15
3.1 Suplementação com Ferro .....	15
3.2 Suplementação com Cálcio .....	18
3.3 Suplementação com Magnésio.....	19
3.4 Suplementação com Fósforo.....	20
3.5 Suplementação com Zinco .....	22
3.6 Suplementação com Boro .....	23
3.7 Suplementação com Selénio .....	24
3.8 Suplementação com Crómio .....	25
3.9 Suplementação com Vitamina D.....	26
Capítulo IV - Suplementos Não Minerais.....	29
4.1 Suplementação com $\beta$ -Alanina e Carnosina.....	29
4.2 Suplementação com L-Carnitina.....	31
4.3 Suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada (BCCA's).....	33
4.4 Suplementação com Glutamina.....	34
4.5 Suplementação com Creatina .....	35

4.6 Suplementação com Omega-3 .....	37
4.7 Suplementação com Nitratos.....	39
4.8 Suplementação com Ácido Linoleico Conjugado (CLA).....	42
4.9 Suplementação com Bicarbonatos e Citratos .....	43
4.10 Suplementação com Cafeína .....	46
Capítulo V: Discussão .....	49
Capítulo VI: Conclusão.....	52
Bibliografia .....	55
Agradecimentos .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>

## Lista de Siglas e Abreviaturas

---

**ATP:** Adenosina Tri-Fosfato

**BA:** Beta-Alanina

**CaO<sub>2</sub>:** Quantidade de Oxigénio Arterial

**CvO<sub>2</sub>:** Quantidade de Oxigénio Venoso

**DDR:** Dose Diária Recomendada

**EA:** Eficiência Aeróbia: VO<sub>2</sub>/trabalho (watts), tipicamente medida como declive durante um exercício crescente.

**FC:** Frequência Cardíaca

**FEVE:** Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo

**FS:** Fosfato de Sódio

**FSA:** Ferropeia sem Anemia

**Hb:** Hemoglobina

**HIIT:** Treino Intervalado de Alta Intensidade (HITT)

**LLAC:** Limiar do Lactato

**LVent:** Limiar Ventilatório, o ponto durante o exercício em que o VCO<sub>2</sub> aumenta desproporcionalmente ao VO<sub>2</sub>, que é coincidente com o limiar do lactato.

**NHCO<sub>3</sub>:** Bicarbonato de Sódio

**QCO<sub>2</sub>:** Produção de Dióxido de carbono nos tecidos.

**QO<sub>2</sub>:** Consumo de Oxigénio nos tecidos

**PTH:** Hormona Paratiroideia

**sFer:** Saturação de Ferritina

**ST:** Saturação da Transferrina

**TTE:** Tempo até à exaustão.

**VCO<sub>2</sub>:** Output de dióxido de carbono pelos pulmões.

**VCO<sub>2</sub> / VO<sub>2</sub>:** Rácio de trocas respiratórias

**VE:** Volume Exalado por minuto (L/min)

**VeJVE:** Volume de Ejeção do Ventrículo Esquerdo

**VO<sub>2</sub>:** Aporte de oxigénio (L/min)

**VO<sub>2</sub>Max:** Aporte máximo de Oxigénio, define-se como a incapacidade para aumentar o VO<sub>2</sub> apesar do incremento no volume de trabalho.

**VO<sub>2</sub>Peak:** Valor mais alto de VO<sub>2</sub> registado, na ausência de um platô.

## Resumo

Nos últimos anos, tem existido um crescente interesse na toma de suplemento, com temporadas cada vez mais longas e volumes de treino crescentes. Desde então foram aparecendo no mercado cada vez mais marcas e mais substâncias para estimular e melhorar o desempenho assim como auxiliar a recuperação pós-treino e estimular o sistema imunitário.

Nesta revisão, avaliámos o efeito ergogénico de diversos suplementos no endurance do atleta. Realizámos uma revisão sistemática nas bases de dados PubMed, Embase e Cochrane Library. Os termos de pesquisa utilizados foram termos Medical Subject Headings (MESH): Athletes, Dietary Supplements, Physical Endurance, Exercise e os termos MESH relativos aos suplementos analisados.

Os suplementos analisados foram os minerais: ferro, cálcio, magnésio, fosfato, zinco, sódio, boro, selénio e crómio; a vitamina D; os aminoácidos e precursores  $\beta$ -alanina, carnosina, L-carnitina, BCCA, glutamina e creatina; os ácidos gordos polinsaturados de omega-3, os compostos de nitratos e bicarbonato de sódio. Também se analisou a suplementação com cafeína e CLA.

A literatura encontrada demonstra um efeito ergogénico evidente da cafeína,  $\beta$ -alanina e BCCA no tempo até à exaustão em provas de endurance. A suplementação com nitratos e bicarbonato de sódio têm um efeito ergogénico provável uma vez que existe evidência contraditória na literatura analisada, e o seu efeito na resistência do atleta é duvidoso.

Os minerais analisados não demonstraram efeito ergogénico e pensa-se que uma dieta equilibrada será suficiente para aportar ao atleta a quantidade necessária destes.

No futuro, ainda resta um amplo campo de pesquisa que nos permita investigar as promissoras aplicações dos variados suplementos, serão necessários novos estudos com amostras maiores que nos permitam ter uma maior evidência dos suplementos que poderão beneficiar os atletas.

Não restam dúvidas da importância da suplementação nos atletas, mas ainda existe muito por investigar, tanto o seu efeito ergogénico nas diferentes modalidades e tipos de exercício, como os seus possíveis malefícios não podem ser desvalorizados.

Palavras chave: Atletas, Suplementos Nutricionais, Resistência Física, Treino de Resistência, Exercício Físico

## Abstract

Over the last few years there has been a growing interest in supplementation due to increasingly long seasons and growing training volumes. Hence, more brands and substances appeared on the market to stimulate and improve performance as well as assist in post-workout recovery and in immune system boosts.

In this review, we assess the ergogenic effect of various supplements on the athlete's physical endurance. We perform a systematic review based on the PubMed, Embase and Cochrane Library databases. The search terms used were the following Medical Subject Headings (MESH): Athletes, Dietary Supplements, Physical Endurance, Exercise and the MESH terms for the analyzed supplements.

The supplements analyzed were the following minerals iron, calcium, magnesium, phosphate, zinc, sodium, boron, selenium and chromium; vitamin D; the amino acids and precursors  $\beta$ -alanine, carnosine, L-carnitine, BCCA, glutamine and creatine; the omega-3 polyunsaturated fatty acids and the compounds of nitrates and sodium bicarbonate. Caffeine supplementation was also analyzed.

The literature analyzed demonstrates an evident ergogenic effect of caffeine,  $\beta$ -alanine and BCCA in the time needed until exhaustion is reached in resistance tests. Supplementation with nitrates and sodium bicarbonate has a probable ergogenic effect since there is contradictory evidence in the literature analyzed of its effectiveness in increasing the athletes' resistance.

The analyzed minerals did not show an ergogenic effect. The studies believe that the necessary intake of these minerals can be reached through a balanced diet.

In the future there is still a wide field of research that allows us to investigate the promising applications of the various supplements. New trials with larger samples will be necessary to allow us to have greater evidence of the supplements that may benefit the athletes.

No doubt arises when it comes to the importance of supplementation in athletes. Nevertheless, there is still much to investigate both in terms of ergogenic effect in different sports and in types of exercise. Also, the potential harmful effects of long-term supplementation in athletes should not be overlooked.

**Keywords:** Athletes, Nutritional Supplements, Physical Resistance, Resistance Training, Physical Exercise



# Capítulo I: Introdução

## 1.1 Suplementação Desportiva

---

A nutrição e suplementação desportiva constitui uma das principais fontes de estudos de competitividade tanto ao nível das empresas fornecedoras de suplementos, como das equipas internacionais que procuram o melhor aporte nutricional para os seus atletas.

Dieta, treino, motivação, dedicação e sono adequado são essenciais para um bom rendimento desportivo, sem estes cuidados nenhum suplemento faria de alguém um vencedor. No entanto, cada vez mais atletas se sentem induzidos a complementar a sua nutrição e a sua carreira com a toma de suplementos na esperança de melhorar o seu rendimento<sup>1</sup>.

A indústria de suplementos bombardeia diariamente os atletas com novos produtos, muitos deles sem evidência científica que suporte a sua utilização. O atual e crescente reconhecimento deste campo científico baseia-se numa ampla profusão de artigos que têm sido publicados na última década, na área da nutrição e suplementação desportiva.

Sob esta perspetiva a investigação desenvolvida revelou que esta área de estudo é extremamente ampla e difusa. O sucesso de atletas de diversas modalidades baseia-se na sua endurance ou endurance, esta componente pode ser avaliada de diversas formas e está integrada na função de diversos sistemas (i.e. músculo-esquelético, fornecimento energético, output cardíaco, circulação e respiração), cada sistema tem a sua própria fisiologia e os diversos suplementos encaixam no sistema de cada um deles, sendo somente uma pequena peça numa grande engrenagem, uma pequena alteração pode alterar todo o resultado final.

Os principais objetivos deste trabalho são investigar o que já foi publicado sobre este tema e analisar cada um destes produtos para concluir o que realmente é benéfico na endurance do atleta.

## 1.2 Sistema Músculo-Esquelético

---

O sistema músculo-esquelético está organizado em unidades motoras, compostas por entre 10 e 2000 fibras musculares. Cada unidade motora é inervada por um único neurónio motor. As fibras musculares dentro de uma determinada unidade motora são classificadas como tipo I ou tipo II<sup>2</sup>.

As fibras do tipo I (também chamadas de fibras vermelhas ou lentas) têm um elevado teor de mioglobina proteica de ligação ao oxigénio, um elevado teor de enzimas oxidantes para a produção de ATP e uma elevada densidade de mitocôndrias.<sup>3</sup> Estas fibras são mais resistentes à fadiga e são recrutadas para uma atividade de baixo intensidade mas com longa duração.<sup>45</sup>

As fibras do tipo IIA ou IIB têm um baixo teor de mioglobina e elevada capacidade anaeróbica e glicolítica e são recrutados para trabalhos pesados e de curta duração, em especial para trabalhos acima de 70% por cento da capacidade aeróbica do músculo.<sup>5</sup>

O metabolismo muscular depende principalmente da hidrólise de ATP, provenientes principalmente do glicogénio, mas também de glicose e de cadeias lipídicas livres, as proteínas são utilizadas durante o exercício de resistência, cerca de 1-6% do consumo de energia durante estes exercícios resulta da oxidação de aminoácidos. No entanto com um aporte de hidratos de carbono adequado, o treino de endurance não terá grande impacto na necessidade de aumento do consumo proteico<sup>6</sup>.

## 1.3 Vias Energéticas

---

As vias energéticas que possibilitam a produção de ATP para ser utilizado no metabolismo muscular são a via anaeróbia aláctica ou dos fosfagénios, a via láctica, glicolítica anaeróbia ou via dos lactatos e a via aeróbia<sup>7</sup>.

A via anaeróbia aláctica ou via dos fosfagénios é a primeira a ser usada no início do exercício, esta baseia-se na utilização de fosfato de creatina, este é transformado em creatina, e a energia da reação produz a passagem de uma ADP a ATP que posteriormente será utilizada no metabolismo muscular. Esta via é requisitada em exercícios muito intensos e esgota-se em cerca de 10 segundos.<sup>8</sup>

A via anaeróbia láctica, via glicolítica ou via do lactato é a via em que a glicose é convertida em piruvato e posteriormente a lactato sem a utilização de oxigénio, esta cadeia produz ATP mais rapidamente mas não pode ser utilizada durante muito tempo, pois leva a uma diminuição do pH citoplasmático o que inibe a glicólise posterior<sup>2</sup>. Esta via esgota-se de 1-3 minutos., contudo nas provas de endurance, como não se atinge o esforço máximo, esta via pode ser utilizada continuamente há medida que se verifica uma clearance de lactato e iões H<sup>+</sup> durante o exercício.

A Via da Fosforilação Oxidativa é a fonte mais eficiente de ATP do músculo-esquelético, ocorre através da fosforilação oxidativa de glicogénio intracelular e ácidos gordos livres (AGL). O piruvato é produzido durante o metabolismo do glicogénio, glucose ou AG livres e depois convertido em acetil-coA que entra no ciclo de Krebs, com a produção de 26 moléculas de ATP por molécula de piruvato.<sup>9</sup>

Os atletas de modalidades de endurance como os maratonistas devem ter em conta o limiar de lactato, o LLac é a intensidade do exercício em que passamos a utilizar a via anaeróbia láctica e o lactato (ácido láctico) começa a acumular no sangue. Na corrida, esse é o nível estimado de esforço ou ritmo. Quando um corredor ultrapassa o limiar, a fadiga começa a aumentar a uma velocidade cada vez maior, o pH no músculo começa a baixar e atinge-se a fadiga e o atleta tem de abrandar ou mesmo parar.<sup>10</sup> Para corredores treinados, o limite ocorre a cerca de 90% de sua frequência cardíaca máxima, enquanto para corredores comuns, o limiar de lactato ocorre abaixo dos 90% de sua frequência cardíaca máxima. Conhecer o seu limiar de lactato pode ajudar os atletas a determinar a intensidade de seu treino ou como controlar o ritmo durante as provas.<sup>1011</sup>

## 1.4 Sistema Circulatório e Transporte de Oxigénio

---

Um papel essencial do sistema circulatório durante o exercício é o de fornecer oxigénio aos músculos e transportar metabólitos para os seus sistemas de excreção. Esta tarefa é realizada através de aumentos da frequência cardíaca e da fração de ejeção do ventrículo esquerdo, assim como pela diminuição da endurance vascular sistémica e pulmonar.

A quantidade de oxigénio entregue aos músculos pelo sistema circulatório é denominada  $VO_2$  e pode ser calculada pela lei de Fick multiplicando o Output cardíaca ( $Q_t$ )<sup>12</sup> ( $FC \times V_{ejVE}$ ) pelo diferencial de  $O_2$  entre sangue arterial e venoso.

Equação 1: Lei de Fick

$$VO_2 = Q_t \times (CaO_2 - CvO_2)$$

O  $Q_t$  aumenta durante o exercício incremental pelo aumento do Volume de Ejeção ( $V_{ej}$ ) e da frequência cardíaca, em atletas o  $Q_t$  é geralmente o fator limitante no aumento do  $VO_{2max}$ , o  $V_{ej}$  pode ser aumentada até 100% do seu valor basal com o treino, o aumento da  $V_{ej}$  durante o exercício é mediado em parte pelo aumento da contratilidade, refletido por um aumento da fração de ejeção ventricular esquerda (FEVE) de aproximadamente 5 a 10%, o enchimento do VE é aumentado durante o exercício por vasoconstrição, aumento da pressão intratorácica e o retorno venoso por movimento dos membros. Como resultado, o volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VDFVE) também aumenta de 20 a 40 por cento.<sup>2</sup>

Quanto ao limiar ventilatório (LV) este é atingido quando o volume exalado por minuto (VEM) aumenta fora da proporção do  $VO_2$ . O LV ocorre aproximadamente ao mesmo tempo que o limiar do lactato e que a acidose metabólica. Portanto este LV pode ser usado como um marcador não invasivo do LLa dado que estes ocorrem em níveis de idênticos de exercício.<sup>13</sup>

O  $VO_{2max}$  (L/min) reflete a capacidade máxima para acolher, transportar e utilizar oxigénio, e define a capacidade aeróbica funcional dessa pessoa. O  $VO_{2max}$  tem-se tornado o *gold standard* da capacidade cardiorrespiratória do indivíduo e é o parâmetro mais importante medido durante os testes de exercício funcional. O  $VO_2$  aumenta linearmente em relação à taxa de trabalho com uma inclinação de aproximadamente 10 mL/min por watt em sujeitos normais.<sup>3</sup> Este declive não é afetado pela idade, sexo ou treino.

O  $VO_{2max}$  identifica-se por um plateau no  $VO_2$  vs Trabalho (W), este ocorre normalmente durante um protocolo incremental máximo. Nos casos em que o  $VO_{2max}$  não é atingido, o  $VO_{2peak}$ , com média sobre os valores mais elevados durante 30 dos 60

segundos finais de exercício, é o consumo de oxigénio mais elevado alcançado durante o exercício.<sup>14</sup>

O VO<sub>2</sub>max é frequentemente indexado ao peso corporal (mL/kg/min) ou expresso em equivalentes metabólicos (METS), que são múltiplos do consumo normal de oxigénio de base em repouso. Um equivalente metabólico (MET) é igual a 3,5 mL/kg/min.

Existe uma equação que permite estimar o VO<sub>2</sub>max normal para um determinado indivíduo.<sup>2</sup>

#### Equação 2 - Cálculo do VO<sub>2</sub>max

$$\text{VO}_2 \text{ max (ml/kg/min)} = 79.9 - (0.39 \times \text{age}) - (13.7 \times \text{sex (0=male, 1=female)}) - (0.127 \times \text{height})$$

## Capítulo II: Material e Métodos:

Foi realizada uma revisão sistemática nas bases de dados PubMed, Embase e Cochrane Library, os termos utilizados foram termos Medical Subject Headings (MESH): Athletes, Dietary Supplements, Physical Endurance, Exercise e os termos MESH relativos aos suplementos analisados. As publicações encontradas passaram por um screening inicial para ver se eram potencialmente relevantes para ser incluídas no estudo. Foi feita uma primeira análise do título e do abstract que resultou em 149 artigos, depois de analisados extensivamente foram incluídos 86 artigos que cumpriam os critérios indicados, após leitura foram reduzidos para 72 os que foram utilizados para classificar o suplemento como ergogénico ou não ergogénico.

Dado que a resistência se poderá confundir com conceitos ligados ao treino da força e hipertrofia (“*resistance training*”), utilizarei o termo *endurance* para me referir a resistência física a exercícios prolongados.

### Critérios de inclusão e exclusão:

---

Os estudos considerados para inclusão nesta revisão foram limitados aqueles publicados entre 2010 e 2020, em humanos em idade adulta (> 18 anos) que adotaram um *design* randomizado, prospetivo e duplo-cego. Também foram incluídas outras revisões sobre o tema.

Alguns estudos que utilizaram combinações de suplementos foram incluídos somente se fizeram a análise do suplemento individualmente, se a análise foi feita com o suplemento dado em conjunto com outras substâncias o estudo foi excluído.

Foram aceites estudos com vários tipos de exercícios para posterior análise, mas somente exercícios até à exaustão ou que poderiam avaliar o *endurance* do atleta, alguns estudos contendo exercícios de *sprint* e força foram aceites pois avaliavam parâmetros que se relacionavam com o *endurance* do atleta, como VO2Max e o défice de O2.

Não foram colocadas medidas de inclusão em variáveis como género, nível de treino, método de suplementação ou tempo de prova. Para ser considerada uma prova de *endurance* no caso de terem sido utilizados vários exercícios num estudo, apenas considerámos provas superiores a 5 minutos com VO2 mínima de 50%.

## Capítulo III - Suplementos Minerais e Vitamina D

Em geral os suplementos minerais não se recomendam sistematicamente nos desportistas, a menos que se identifiquem deficiências numa valoração nutricional. É importante que a pessoa que faz desporto compreenda que o suplemento não pode reverter numa dieta inadequada, enquanto uma dieta adequada pode garantir o máximo benefício da suplementação prescrita e contribuir na prevenção de patologias e lesões<sup>15</sup>.

### 3.1 Suplementação com Ferro

---

O ferro é um componente essencial para o metabolismo celular. Forma parte da hemoglobina e da mioglobina, é cofator nas reações de oxidação-redução e na síntese de ADN e intervêm como transportador de oxigénio no corpo e de eletrões nas mitocôndrias.

A Dose diária recomendada (DDR) de ferro na população europeia estima-se de 11-16 mg/dia, este IDR está aumentado nos atletas em cerca de 30-70%<sup>15</sup>.

A deficiência de ferro é muitas vezes detetada em atletas de alto rendimento; hemólise mecânica por impactos repetidos, alterações gastrointestinais e perda de ferro pelo suor são alguns dos mecanismos que explicam esta deficiência<sup>16</sup>. O défice de ferro pode ser associado a *stress* oxidativo, alterações no transporte mitocondrial e da síntese proteica, que pode comprometer a eritropoiese e levar a anemia por défice de ferro.<sup>17</sup>

É bem conhecido e estudado que o défice de ferro leva a diminuição do transporte de oxigénio e a diminuição da capacidade aeróbia, força, aumento de fadiga muscular e atraso na recuperação do músculo-esquelético após o exercício.<sup>16</sup> No entanto o efeito da ferropenia sem anemia (FSA) não é tão claro.<sup>17</sup>

A terapêutica com ferro é reportada como extremamente efetiva nos casos de FSA, mostrando uma rápida correção na ferritina sérica (sFer), no entanto observou-se que os atletas voltavam aos valores baixos após algumas semanas do término da suplementação.

Um estudo de Burden et al. em 2014<sup>17</sup> recolheu amostras sanguíneas de 45 participantes da maratona de Londres, observando os índices de eritrocitarios e as reservas de ferro concluíram que 15 destes (8 homens e 7 mulheres) se encontrariam em deficiência de ferro mas não anémicos (Mulheres: sFer < 30.0 µg/L, Hb > 12.0 g/dL; Homens: sFer < 40 µg/L, Hb > 12.0 g/L).

Foi realizado então um estudo randomizado com duplo-cego, dividindo os 15 atletas num grupo que recebeu suplementação intravenosa com 500mg de ferro e um grupo placebo, foram realizadas três provas na passadeira até à exaustão, uma antes da suplementação, outra após 24h da primeira toma e uma após 4 semanas da suplementação, assim como recolhidas amostras sanguíneas para hemograma e estudo do ferro.

O estudo revelou no grupo tratado com ferro intravenoso um aumento da sFer e hepcidina que se detetou às 24 horas e que se manteve até às 4 semanas após o tratamento, no entanto os hemogramas dos atletas não revelaram melhores índices reticulocitários, maiores níveis de hemoglobina, um aumento da VO<sub>2</sub>max, velocidade na passadeira ou tempo até fadiga; rejeitando a hipótese de que o tratamento com ferro intravenoso pudesse melhorar a capacidade aeróbia e endurance de atletas com FSA.<sup>17</sup>

Um estudo recente em 2019 de Pompano et al.<sup>18</sup>, analisou 73 mulheres sedentárias com FSA (sFer <25 µg/L e Hb > 11g/dL), com idades entre os 18 e os 26 anos, num estudo em duplo cego 2x2, em que metade das jovens foi suplementada com ferro (42mg de ferro elementar diário) e a outra metade sem qualquer suplemento; em cada um dos grupos metade fez um treino com a duração de 25min e com a frequência de 5 dias por semana durante 8 semanas enquanto a outra metade não fez qualquer treino.

O estudo mediu o pico de máximo de consumo de oxigénio no limiar ventilatório (VO<sub>2</sub>peak) e o consumo máximo de oxigénio durante o treino (VO<sub>2</sub>max) em todos os grupos após as 8 semanas de treino e concluiu que houve diferenças significativas no pico de oxigénio no limiar ventilatório e que este limiar ocorria mais tarde.

Este sugere que a suplementação com ferro aumenta o endurance em intensidades submáxima e máxima (VO<sub>2</sub>peak) em mulheres com FSA; no entanto não aumenta o VO<sub>2</sub>max.

A literatura revela alguma evidência contraditória sobre se a suplementação com ferro aumenta a VO<sub>2</sub>max. Uma meta-análise de 22 estudos existentes de Pasricha et al.<sup>19</sup> mostrou que a suplementação de ferro melhora a VO<sub>2</sub>max em mulheres atletas com FSA, no entanto o artigo de McClung e Murray-Kolb<sup>20</sup> concluiu que os valores do ferro têm pouco efeito na VO<sub>2</sub>max. Enquanto o estudo de Pasricha et al.<sup>19</sup> providencia uma análise completa do impacto da ferropenia no exercício aeróbio em treinados ou não treinados, nenhum dos estudos anteriores mostrava os resultados em grupos de treinados e não treinados.



Tabela 1 - Literatura da suplementação com ferro.

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Burden et al 2014</b>	Maratonistas com FSA n = 15	500 mg de Ferro IV ou PLA	4 semanas	Prova de passadeira até à exatão antes e após suplementação	Sem efeito
<b>Pompano et al 2019</b>	Mulheres sedentárias jovens com FSA n = 73	42mg/d de Fe elementar ou PLA	8 semanas	Treino de 25min durante 8 semanas, avaliação metabólica no final	↑VO2 peak sem aumentar VO2max

## 3.2 Suplementação com Cálcio

O cálcio encontra-se no organismo numa quantidade de 1000 gramas como catião divalente mais numeroso<sup>15</sup>. Participa no metabolismo energético, na contração muscular, na excitabilidade neuromuscular, na condução nervosa e na coagulação do sangue. A concentração sérica de cálcio é de 8,5-10,5 mg/dL, com uma regulação homeostática controlada por um sistema complexo, em que intervêm o calcitriol, a PTH e a calcitonina e em que a biodisponibilidade do cálcio, a sua absorção e a sua fixação ao osso dependem da excreção endógena fecal e da excreção renal, que estão influenciadas pela dieta.<sup>21</sup>

A DDR de cálcio situa-se entre os 800 - 1.300 mg<sup>15</sup>, uma dieta equilibrada, com alimentos suficientes com cálcio, geralmente cobre as necessidades diárias. O excesso de cálcio pode inibir a absorção de ferro, zinco e outros minerais, favorecer a obstipação e provocar hipercalcemia e/ou alterar a função renal.<sup>15</sup>

Gonzalez et al.<sup>22</sup> em 2014, realizaram um estudo de suplementação de cálcio com um pequeno grupo de 13 homens ativos; o suplemento utilizado foram 4g de cálcio em pó durante 2 semanas, os resultados não mostraram evidência no aumento do VO<sub>2</sub>peak nem no tempo até exaustão.

Sherk et al.<sup>23</sup> em 2018 fez um estudo com 51 homens entre os 18 e os 45 anos, que tomaram 1 g de cálcio ou placebo, 30 minutos antes de uma prova de bicicleta de 35km, os resultados não mostraram evidência de melhor tempo durante a prova no grupo suplementado com cálcio.

Não foram encontrados mais estudos, mas estes dois pequenos estudos não sugerem nenhum efeito no endurance do atleta pela suplementação com cálcio.

*Tabela 2 - Literatura da suplementação com cálcio*

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Gonzalez et al 2014</b>	Homens ativos n = 13	4g de Ca <sup>2+</sup> ou PLA	2 semanas	Cicloergometro até à exaustão	Sem efeito no TTE ou VO <sub>2</sub> peak
<b>Sherk et al 2018</b>	Homens n = 51	1g Ca <sup>2+</sup> ou PLA	30 minutos antes da prova	35km de Bicicleta	Sem efeito no endurance

### 3.3 Suplementação com Magnésio

O Magnésio é um mineral muito abundante no organismo, ajuda a manter uma função muscular e neurológica, ritmo cardíaco, tono vascular, pressão arterial, sistema imune, integridade óssea, níveis de glicose sanguínea e promove a absorção do cálcio.<sup>24</sup>

A DDR para a população adulta é entre 300-400mg/dia<sup>3</sup>, calcula-se que valor acima de 500mg/dia começam a ser prejudiciais, pois pode promover um balanço negativo sobre o fósforo.

Uma dieta equilibrada fornece as quantidades suficientes deste mineral, a sua principal fonte são os legumes, frutos secos, cereais e os seus derivados ricos em fibra<sup>15</sup>. Como o magnésio é indispensável para o metabolismo energético, produção e armazenamento de energia, função muscular normal e manutenção dos níveis de glicose sanguínea, foi estudado o seu efeito ergogénico nos atletas<sup>24</sup> sem nunca ter sido comprovado, existe alguma evidência que dá o seu efeito como provável<sup>24</sup>. No entanto quando procuramos a literatura não encontramos estudos recentes que relacionem este suplemento com a *endurance* do atleta.

Foram encontrados alguns estudos incluídos na tabela 3 que não avaliam a suplementação com magnésio em exercícios de endurance, mas sim em exercícios força.

Tabela 3 - Literatura da suplementação com magnésio

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Santos et al 2011</b>	Jogadores de Voleibol n = 26	Variável	7 dias	Testes de força e salto	Aumento da força
<b>Setaro et al 2013</b>	Jogadores de Voleibol n = 25	350mg/dia ou PLA	4 semanas	Salto contramovimento e remate	↓Produção de LAC ↑ Salto e Remate ↑Performance Anaeróbio

## 3.4 Suplementação com Fósforo

---

Na UE estabelece-se uma DDR de 550mg de fósforo por dia, no organismo temos cerca de 700mg; este mineral é necessário para a função celular, oxigenação de tecidos e armazenamento de energia e também no tamponamento de sangue e urina.<sup>15</sup>

A concentração plasmática é de 2,2-4,4 mg/dL, não se estima que haja uma deficiência de aporte deste mineral, uma vez que ele é encontrado em numerosos alimentos, sobretudo os ricos em proteínas.<sup>15</sup>

Alguma literatura diz que a dose diária de fósforo máxima tolerada será de cerca de 3000mg por dia, no entanto há registos de sintomas leves gastrointestinais a partir de uma dose diária de 750 mg. Por outro lado, alguns países consomem fósforo tanto na dieta como suplemento até 2600mg/dia, sem evidência de efeitos adversos gastrointestinais.<sup>3</sup> Revendo a literatura recente existente, foram encontrados dois estudos, que estudam a utilização de fósforo como suplemento ergogénico na forma de fosfato de sódio (FS).

Em 2012 de West et al<sup>25</sup> mostrou que em 20 atletas, a suplementação de fosfato de sódio não aumentou a capacidade aeróbia e que o benefício ergogénico deste suplemento permaneceu questionável.<sup>25</sup>

Em 2013, Brewer, C. P.<sup>26</sup> et al. fizeram um estudo em 9 ciclistas treinados que realizaram uma prova de 1000kJ contrarrelógio e testes de VO<sub>2</sub>peak separadas por 48h, depois ingeriram 50mg de FS ou placebo durante 6 dias e repetiram o teste. Alguns atletas fizeram duas rondas de suplementação e uma de placebo ou vice-versa, separando cada ronda por um *washout* de 14 dias.

Os resultados mostraram que apesar de a prova ter sido mais curta quando os atletas tomaram o FS (60-70s) comparativamente, não foi significativa a diferença. No entanto, o VO<sub>2</sub>peak foi maior durante a segunda fase de FS, o estudo conclui que repetidas suplementações com fosfato de sódio, podem ter efeito aditivo no VO<sub>2</sub>peak e possivelmente no tempo das provas.<sup>19</sup>

Outro estudo de Brewer et al. de 2014<sup>27</sup>, investigou o efeito do fosfato de sódio num grupo de ciclista, que realizaram uma prova que consistia de sprints repetidos e contrarrelógio. Observou 17 ciclistas treinados que foram aleatoriamente escolhidos para 6 dias de suplementação com fosfato de sódio ou placebo. As provas ocorreram no 1º e 4º dias pós-suplementação num cicloergómetro; comparativamente ao basal o grupo que recebeu FS

mostrou uma melhoria significativa no trabalho e poder médio tanto nos *sprints* repetidos como no contrarrelógio.

Buck et al.<sup>28</sup> em 2015 realizou um estudo de suplementação em 13 atletas do sexo feminino, realizou quatro ensaios de 21 dias de suplementação, um ensaio suplementado com fosfato de sódio e placebo, outro suplementado com sumo de beterraba e placebo, outro com ambos os suplementos e um ensaio controlo apenas com placebo.

No final de cada ensaio de 21 dias, as participantes realizaram jogo de equipa com quatro partes de 15 minutos, em que realizaram um teste de *sprint* no início, meio e fim do jogo.

O estudo mostrou que o tempo total de *sprint* foi cerca de 5% mais rápido na suplementação com fosfato de sódio do que quando suplementados com sumo de beterraba ou placebo. Adicionalmente os *sprints* mais rápidos do grupo foram cerca de 6% mais rápidos suplementados com fosfato de sódio comparativamente com placebo.<sup>28</sup>

Recentemente em 2018, Brown & Glaister<sup>29</sup> publicaram um estudo com 20 ciclistas treinados, que completaram dois *trials* de suplementação separados por 14 dias; os ensaios consistiam em 10 minutos de *cycling* a 65% VO<sub>2</sub>max seguidos de 20 km de contrarrelógio. Nos 4 dias precedentes a cada ensaio, os ciclistas foram suplementados com FS ou com placebo. Os resultados mostraram que a suplementação com fosfato de sódio não teve efeito significativo nos tempos de contrarrelógio, e sem aumento no VO<sub>2</sub>peak.

Tabela 4 - Literatura da suplementação com fósforo

Autores	Participantes	Dose de Suplemento	Período de Suplementação	Exercício	Observações
West et al 2012	Atletas n = 20	50 mg/kg/dia	6 dias	Corrida incremental em passadeira	Sem benefício ergogénico
Brewer et al 2013	n = 9	50mg/kg/dia fosfato de sódio ou PLA	6 dias	1000kj contrarrelógio e sprints	↓Tempo contrarrelógio ↑VO <sub>2</sub> peak
Brewer et al 2014	Ciclistas treinados n = 19	50mg/kg/dia fosfato de sódio ou PLA	6 dias	1000kj contrarrelógio e sprints	Melhoria em sprints repetidos e contrarrelógios curtos
Buck et al 2015	Atletas sexo feminino n = 13	FS ou FS + SB ou SB ou PLA	21 dias	Jogo de equipa + Sprints	Melhoria no tempo de sprint
Brown & Glaister 2018	Ciclistas treinados n = 20	50mg/kg/dia fosfato de sódio ou PLA	4 dias	10 min - 65% VO <sub>2</sub> max + 20 km contrarrelógio	Sem efeito ergogénico

## 3.5 Suplementação com Zinco

---

O Zinco é um mineral que participa em numerosos processos enzimáticos, é necessário para a síntese proteica e de ácidos nucleicos. Participa em reações com o ferro, cobre, magnésio e cálcio. Intervêm em funções antioxidantes ao formar parte da enzima superóxido dismutasa dependente do cobre/zinco e protege da peroxidação lipídica ao inibir a formação de complexos ferro/oxigénio com o ácido enoico. O défice de zinco restringe a renovação celular e o crescimento.<sup>30</sup>

A DDR europeia é de 7,5-16,3mg com um limite máximo de segurança de 25mg/dia. A toxicidade por zinco pode provocar anemia, neutropenia e alterações da imunidade, normalmente ocorrem após suplementação com doses de 150mg/dia. O Zinco relacionou-se com a profilaxia da constipação comum, como cofactor enzimático das células imunitárias, no entanto a sua suplementação muitas vezes associa-se a parageusia e náuseas<sup>15</sup>.

Como suplemento ergogénico, Diselvestro et al.<sup>31</sup> em 2017 fizeram um ensaio com suplementação combinada de 36mg ferro, 15mg de zinco e 2mg de cobre, 2g de carnitina e 400mg de fosfatidiserina em mulheres jovens treinadas, mostrou aumento do endurance em provas de corrida, cicloergómetro e teste do degrau, no entanto este estudo não permite diferenciar se o zinco isoladamente beneficia o endurance do atleta.

Não existem estudos nos últimos 10 anos que analisem esta relação, existem alguns estudos mais antigos que não cumpriram critérios para integrar esta revisão.

## 3.6 Suplementação com Boro

---

O Boro é um elemento pouco estudado nos seres humanos, são os alimentos vegetais que mais o contêm. A sua suplementação relaciona-se com a prevenção da osteoporose em mulheres pos menopausicas, por incrementar as concentrações plasmáticas de estradiol e testosterona, o que pode sugerir um efeito anabolizante que não está demonstrado.

Segundo a literatura não existem estudos concludentes sobre a sua utilidade como suplemento na prática desportiva.<sup>15</sup> Depois de pesquisar em várias bases de dados também não foi encontrado nenhum estudo que relacione a suplementação com boro com o exercício físico.

## 3.7 Suplementação com Selênio

---

O Selênio é um mineral encontrado em ovos, peixes e legumes e é constituinte de enzimas antioxidantes como as glutathione-peroxidase<sup>15</sup>. No entanto não foram encontrados estudos recentes na última década sobre suplementação com selênio em desportistas.



## 3.8 Suplementação com Crómio

---

O Crómio é um mineral que na sua forma trivalente é cofator nas reações em que intervêm a insulina e é necessário para o correto metabolismo da glicose. Não se considera um elemento com potencial risco de défices dentro de uma dieta variada e equilibrada.

Não foram encontrados estudos na última década sobre suplementação com selénio em desportistas.

## 3.9 Suplementação com Vitamina D

---

A Vitamina D ou Calciferol aumenta a absorção do cálcio e do fósforo, e intervém no crescimento e na mineralização dos ossos, na função muscular e no sistema imunitário.

A sua DDR é de 5 µg/dia com um máximo de 100 µg/dia. Alguma literatura<sup>15</sup> mostra que a suplementação pode prevenir a perda de osso em desportistas suscetíveis a osteoporose e diminuir o risco de fraturas de stress<sup>32</sup>.

Não existe um consenso sobre a concentração de Vitamina D que determine insuficiência, no entanto aceita-se a determinação de 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) como reflexo dos depósitos desta vitamina, pois é o resultado da primeira hidroxilação hepática tanto da forma sintetizada na pele como da absorvida pela dieta.

A sociedade de endocrinologia e a fundação internacional de osteoporose, propuseram como critério da normalidade 30ng/ml.

Juan Mielgo-Ayuso et al<sup>33</sup>. em 2018 realizou um estudo em como os níveis baixos de 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) (<30 ng/mL) poderiam comprometer a saúde e o performance atlético. O objetivo do estudo foi avaliar a influência de 8 semanas de suplementação com vitamina D (3000UI/dia) nos valores hematológicos, metabolismo do ferro e nos valores analíticos de cortisol e testosterona, num grupo de 36 atletas de alta competição de remo.

Os 36 atletas foram divididos em dois grupos (Placebo e Suplementação com Vitamina D), observou-se uma prevenção no declínio nos níveis hematológicos de hemoglobina, hematócrito e um aumento na transferrina. No entanto não foi suficiente para aumentar os níveis de cortisol e testosterona que se associam à recuperação muscular. Este estudo não acrescenta muito na procurar pelo aumento do endurance no atleta, pois o foco estava na recuperação muscular, o que indirectamente pode afectar a performance.

No entanto também em 2018, Carswell, A. T. et al.<sup>34</sup> no Reino Unido quis avaliar se de facto os níveis de 25(OH)D normais (25(OH)D > 20 ng/ml) se relacionam com o endurance e força do atleta e publicou um estudo com 967 jovens militares saudáveis, a amostra foi composta por 621 homens e 346 mulheres; após realizado um estudo hematológico dos atletas foi lhes pedido que realizassem uma prova de corrida de 3 km.

Este estudo de Carswell et al. teve uma segunda parte durante o inverno, em que dentro da primeira amostra se escolheram 137 homens militares, em que se determina o efeito de 12 semanas de suplementação com vitamina D e exercício, seja ela por exposição à luz

solar ou suplementação oral com Vitamina D3, na quantidade de 25(OH)D no soro e na performance.

O resultado do primeiro estudo mostrou que os níveis de 25(OH)D basais são mais baixos no Inverno do que em qualquer outra estação do ano, durante o Inverno apenas 9% dos homens e 36% das mulheres tinham níveis suficientes de 25(OH)D, o que pode indicar uma maior necessidade de aporte extraexposição solar; quanto ao *endurance* do atleta este primeiro estudo mostrou que os militares com os valores mais elevados de 25(OH)D apresentavam um maior *endurance* durante a corrida de 3 km.<sup>34</sup> O estudo mostrou também que não existe relação com a força ou com a potência nos atletas.

Em conclusão, o primeiro estudo antes da suplementação e exercício, mostra uma relação estatisticamente significativa entre os altos níveis de vitamina D (basal) e o *endurance* do atleta. O exemplo pratico desta relação traduz-se em cerca de -0.5s de prova por cada 0.4ng/ml de 25(OH)D. Esta relação pode dever-se a que os militares com maior vitamina D, passem mais tempo no exterior e levem uma vida mais ativa.

Na segunda parte do estudo, durante as 12 semanas de suplementação e treino, os atletas suplementados que aumentaram a vitamina D para níveis ótimos não mostraram melhores resultados nas provas de *endurance*, força ou poder de explosão do que os atletas que permaneceram em insuficiência de vitamina D.

No segundo estudo controlo vs placebo veio mostrar que não há benefício no *endurance* do atleta em suplementar com vitamina D. Estes estudos apoiam outros estudos anteriores que mostram que a suplementação com Vitamina D não beneficia diretamente o *endurance* do atleta. No entanto também devemos considerar que não foi avaliada a relação entre os níveis de vitamina D ótimos a longo prazo, podendo ser necessário mais tempo para se observar este benefício.

Outro estudo em 2018 de Jung HC<sup>35</sup> et al investigou o efeito da suplementação com Vitamina D3 durante o inverno em 35 atletas de taekwondo, um grupo (n=20) recebeu uma capsula por dia de 5000UI de vitamina D3 enquanto o outro grupo recebeu placebo (n=15) durante 4 semanas. Após colheitas sanguíneas e vários testes de força muscular e *endurance*, concluiu-se que melhoraram o poder máximo, mas não revelaram alterações no *endurance* do atleta.

Em futuros estudos poderíamos tentar atingir nos atletas níveis de vitamina D > 40ng/ml, no entanto calcula-se que maiores quantidades de vitamina D se tornem inefetivas, porque iriam aumentar no sangue a 24,25-dihidroxitamina D, também doses extra de exposição solar e suplementação aumentam o risco de dano na pele e de hipervitaminose D.

Apesar dos estudos concluírem que não existe evidência de que a suplementação com Vitamina D altere o endurance do atleta, evitar níveis baixos de 25(OH)D é considerado importante para a estabilidade musculoesquelética, diminuição do risco de lesões<sup>35</sup> e diminuir as infecções respiratórias<sup>36</sup>.

Tabela 5 - Literatura da suplementação com Vitamina D

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Juan Mielgo-Ayuso et al 2018</b>	Atletas de alta competição n = 36	8 semanas	8 semanas	Programa de Treino Controlado	↓Hb e Htc ↑25(OH)D levels.
<b>Jung et al 2018</b>	Atletas de Tarkwondo N=35	5,000 IU/dia de VitD3 ou Luz solar artificial	4 semanas	Teste de Wingate	Sem efeito na performance
<b>Carswell et al 2018</b>	Militares (n=137)	1,000 IU/dia de VitD3 + 400UI de VitD3 ou Luz solar Artificial ou Placebo	12 Semanas	1500m de corrida	Sem efeito na performance

## Capítulo IV - Suplementos Não Minerais

### 4.1 Suplementação com $\beta$ -Alanina e Carnosina

---

A  $\beta$ -alanina é um aminoácido não essencial sintetizado no fígado. Por si não tem efeito ergogénico, mas como precursor da síntese de carnosina ( $\beta$ -alanina e L-histidina). A Carnosina melhora a contração muscular, incrementando a sensibilidade do cálcio miofibrilar das fibras rápidas, intervém num 8-15% da capacidade de tampão intramiócito reduzindo o efeito limitante da acidose.<sup>37</sup>

Quanto à suplementação com  $\beta$ -alanina, em 2011 um estudo de Smith et al<sup>38</sup> em 24 mulheres suplementadas com BA vs placebo, mostrou uma perceção de exaustão menor pelas atletas mas o tempo de prova até à exaustão e o trabalho total (WT) manteve-se após 40 minutos na passadeira.

Howe et al<sup>39</sup> em 2013 e Hobson et al<sup>40</sup> em 2013 realizaram mais dois estudos em atletas, o primeiro de Howe et al mostrou que os atletas suplementados com BA mostravam um igual WT e trabalho médio (Wmed), mas uma redução da exaustão sentida. No segundo estudo Hobson realizou uma prova de 2000m contrarrelógio em remadores antes e após suplementação com 6.4g/dia vs placebo. Estes atletas tiveram uma redução do tempo medio da prova em media de 6.4s o que indica um efeito ergogénico deste suplemento.

Em 2014 mais dois estudos de Chung et al<sup>41</sup> e Danaher et al<sup>42</sup> foram contraditórios, Chung numa prova de 1h de ciclismo contrarrelógio com triatletas treinados (n=27) não encontrou evidência da suplementação com BA ou PLA, no entanto Danaher em *sprints* repetidos e testes até à exaustão em cicloergómetro de homens saudáveis observou uma melhoria estatisticamente significativa do grupo suplementado no tempo até à exaustão.

No ano seguinte, Glenn et al<sup>43</sup> realizou mais um estudo de suplementação com BA em 22 mulheres ciclistas da categoria masters, consistiu de uma suplementação de 4 semanas, com 1 prova de cicloergómetro até à exaustão cada 7 dias, este estudo mostrou evidência de um aumento no tempo até à exaustão e um aumento no WT.

Já em 2016 Bellinger et al<sup>44</sup> fez um novo estudo em ciclistas treinados (n = 14), suplementados durante 4 semanas com BA, o estudo consistiu numa prova até à exaustão em cicloergómetro, uma prova contrarrelógio de 4 e 10 minutos e 4 sprints de 1 km. O estudo mostrou um efeito ergogénico vs placebo no tempo até à exaustão e melhores resultados nas provas de sprints de 1 km.

Dois estudos mais recentes de Furst et al<sup>45</sup> e Ojeda et al<sup>46</sup> mostraram também evidência de efeito ergogénico com aumentos no tempo de prova após a suplementação com BA em provas de resistência até à exaustão.

Os estudos encontrados foram resumidos na tabela seguinte, alguns dos quais não tiveram tempo de atividade com duração suficiente para ser considerados de endurance.

Tabela 6 - Literatura da suplementação com  $\beta$ -Alanina

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Smith et al 2011</b>	Mulheres n = 24	BA, 1,6g 3x/dia ou PLA	4 semanas	40 min de corrida em passadeira	↓ Perceção de Exaustão no final da prova → Tempo até à exaustão
<b>Howe et al 2013</b>	Ciclistas treinados n = 16	65mg/kg/d BA ou PLA	4 semanas	Contrarrelógio 4 minutos + 30 reps contrações isocinéticas dos extensores do joelho	→ WT; Wmed ↓ Exaustão sentida ↑ Wmed/rep
<b>Hobson et al 2013</b>	Remadores treinados n = 20	6.4 g/d BA ou PLA	4 semanas	2000m contrarrelógio antes e após suplementação	↓ Tempo de prova (~6,4s)
<b>Chung et al 2014</b>	Triatletas treinados n = 27	6.4 g/d BA ou PLA	6 semanas	Ciclismo contrarrelógio 1 hora	↓ Acidose Láctica → Performance
<b>Danaher et al 2014</b>	Homens saudáveis n = 8	4,8g/d + 6.4g/d BA ou PLA	4 + 2 semanas	Sprints repetidos e teste em cicloergómetro a 110% Wmax	↑ TE
<b>Glenn et al 2015</b>	Mulheres Ciclistas Masters n = 22	800 mg BA 4x ao dia	4 semanas	Cicloergómetro até à exaustão a 120 % VO2max cada 7 dias	↑ TE; ↑ WT
<b>Bellinger et al 2016</b>	Ciclistas treinados n = 14	6.4 g/d BA ou PLA	4 semanas	Prova até à exaustão(120% VO2max) + contrarrelógio 4 e 10 min + 4 sprints de 1 km	↑ TE ↓ Tempos de sprint
<b>Furst et al 2018</b>	Adultos de meia idade n = 20	2.4 g/d BA ou Placebo	4 semanas	Rondas num cicloergómetro num 70% VO2 peak.	↑ Função executiva apos o treino ↑ TE
<b>Ojeda et al 2019</b>	Atletas de endurance n = 11	30mg/kg/d BA ou PLA	60' antes da prova	Prova de endurance em velocidade aeróbica máxima	↑ TE

## 4.2 Suplementação com L-Carnitina

---

A L-Carnitina é uma amina sintetizada no fígado, rins e cérebro, e constituinte de carnes, lácteos, aguacate e trigo. Apresenta uma função metabólica pois é indispensável para a penetração dos AG de cadeia larga nas mitocôndrias células, onde é oxidada.

A sua suposta função ergogénica é baseada em que aumenta a utilização de AG como substratos energéticos para o ciclo de Krebs, diminuindo o gasto de glicógeno, o que suporia uma maior disponibilidade de energia durante a atividade desportiva<sup>35</sup>.

Em relação à sua potencial ação no endurance do atleta, foram realizados alguns estudos, Ozer et al<sup>47</sup> em 2014, realizou um estudo com 26 futebolistas profissionais que foram suplementados antes de uma prova de corrida com incremento de velocidade até à exaustão, foi utilizada uma dose de 3 ou 4g de L-carnitina repetindo a prova passado 3 semanas com placebo, o estudo mostrou que quando foram suplementados com L-carnitina houve uma redução da frequência cardíaca e do lactato em sangue para a mesma velocidade, assim como uma diminuição da percepção de exaustão no teste de Borg, no entanto o estudo não revelou dados de tempo até à exaustão ou distancia percorrida, pelo que não se pode comprovar o efeito ergogénico.

Em 2017 Shanon et al fez um estudo de suplementação com 3 gramas de carnitina durante 24 semanas em atletas a realizar treino HITT diário, que não mostrou evidência de efeito ergogénico numa prova de 2 x 3min de bicicleta após este período comparativamente ao grupo placebo.

Um último estudo em 2018 de Burrus et al<sup>48</sup>, realizou uma prova até à exaustão de cicloergómetro em 10 homens suplementados com 3g de L-carnitina ou placebo, este estudo também não mostrou nenhuma relação entre a suplementação e o tempo até à exaustão ou o trabalho total realizado (WT).

Tabela 7 - Literatura da suplementação com L-Carnitina

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Orer et al 2014</b>	Futebolistas profissionais n = 26	3g de L-Carnitina ou 4g de L-Carnitina ou Placebo	1 Hora antes da prova	Corrida incrementando 1km/h a cada 3min.	↑ FC e ↓LAC ↓Exaustão sentida pelo atleta
<b>Shanon et al 2017</b>	Homens saudáveis n = 21	80g de HC ou 3g carnitina + HC	24 semanas	2 x 3min de bicicleta a Wmax, separadas por 24 semanas de HIIT	→ Performance
<b>Burrus et al 2018</b>	Homens n = 10	3g de L - Carnitina ou Placebo + HC	3 Horas antes da prova	2x 40 min of cycling at 65% of VO2peak + cycling to exhaustion at 85% of VO2peak.	↓LAC → Performance e WT



## 4.3 Suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada (BCCA's)

A Suplementação com aminoácidos essenciais que o organismo não produz como a leucina, isoleucina e valina é um dos suplementos mais utilizados por desportistas, a sua utilização ajuda os indivíduos a preservar a sua massa magra enquanto perdem gordura durante os treinos<sup>49</sup> assim como na recuperação muscular após exercício de hipertrofia muscular<sup>50</sup>.

Em 2011 um estudo de Greer et al<sup>51</sup> em nove voluntários suplementados com BCCA antes e durante uma prova de 90 minutos de cicloergometro não mostrou melhorias da performance.

Em 2011 Gualano et al<sup>52</sup> realizou um estudo de suplementação de 3 dias em 7 voluntários com BCCA 300 mg/kg/dia. Após os 3 dias realizaram uma prova até à exaustão que demonstrou que existe um efeito ergogénico positivo.

Um estudo de Kephart et al<sup>53</sup> com ciclistas treinados (n=18) em 2015, constituiu uma suplementação com 6g de leucina, 2g de isoleucina e 4g de valina em 10 semanas de treino. O estudo mostrou um aumento do pico de força e do tempo de prova de 4km em contrarrelógio no grupo suplementado.

Tabela 8 - Literatura da Suplementação com BCCA

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Greer et al 2011</b>	Voluntários não treinados n= 9	BCCA ou HC ou PLA	Antes e aos 60min de prova	90min cicloergometro a 55% VO2 + 15 minutos contrarrelógio	→ Performance
<b>Gualano et al 2011</b>	Voluntários não treinados n= 7	BCCA 300mg/kg/dia ou PLA	3 dias	Prova até à exaustão	↑Performance
<b>Kephart et al 2015</b>	Ciclistas treinados (n=18)	6g L + 2g IL + 4g VAL ou PLA	10 semanas	Prova 4km contrarrelógio	↑Performance

## 4.4 Suplementação com Glutamina

É um aminoácido não essencial derivado do ácido glutâmico. Está presente em todo o corpo e envolvido em vários processos metabólicos, é combustível para as células do sistema imunitário e da mucosa intestinal e também participa na síntese das purinas<sup>54</sup>. Portanto é consumido por desportista para melhorar a função imunitária.<sup>55</sup>

O seu efeito ergogénico nunca foi comprovado, foi encontrado um único estudo de 2011 de Rowlands et al<sup>56</sup> que suplementou 8 ciclistas com uma solução de glutamina durante uma prova de 150min a 50% do pico máximo e não mostrou melhoria do performance.

*Tabela 9 - Literatura da suplementação com Glutamina*

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Rowlands et al 2011</b>	Ciclistas n = 8	150ml a 45 mmol/L de Glutamina	Durante a prova	150 min a 50% pico de energia	Sem efeito ergogénico

## 4.5 Suplementação com Creatina

---

A creatina é um composto orgânico nitrogenado do grupo das aminas, não essencial, é habitual na dieta e obtém-se principalmente através do consumo de carne ou peixe<sup>57</sup>.

A creatina une-se ao fosfato e armazena-se intracelularmente para proporcionar quando necessário uma rápida síntese de ATP no músculo. É a responsável pela primeira via energética, a via dos fosfagénios, que é a primeira a ser usada no início dos exercícios após o gasto do ATP livre, pelo que existem estudos que demonstram o seu efeito em exercícios repetidos de alta intensidade e curta duração (2-30 segundos)<sup>57</sup>.

Em 2014 Williams et al<sup>58</sup> realizou um estudo com 16 futebolistas amadores suplementados durante 7 dias com 20g de creatinina ou placebo, durante as situações de jogo testadas de velocidade e endurance, não foram encontradas alterações em nenhuma das vertentes, tendo se concluído que a creatinina não oferece efeito ergogénico nestas situações.

Em 2016 realizaram-se 3 estudos com creatina versus placebo por Johannsmeyer et al<sup>59</sup> (0.1 g/kg/d creatina durante 12 semanas), Robert et al<sup>60</sup> (20g/dia após prova) e Forbes<sup>61</sup> (0.3 g/kg/dia durante 5 dias + 0.1 g/kg/d durante 23 dias); nenhum destes estudos mostrou efeito ergogénico em provas de endurance, mas sim um aumento na massa muscular<sup>62</sup> e um aumento na recuperação do glicogénio muscular pós-exercício<sup>60</sup>.

Um último estudo encontrado de Tomcik<sup>62</sup> em 18 atletas realizou 3 provas de 120km de bicicleta intercalado de corrida de 1-4km a cada 10km. Os atletas foram suplementados entre as 3 provas com hidratos de carbono e creatina vs placebo, o que mostrou no grupo suplementado melhores resultados nos *sprints* finais, assim como uma maior recuperação de glicogénio após as provas.

Tabela 10 - Literatura da suplementação com Creatina

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Williams et al 2014</b>	Futebolistas amadores n = 16	20 g/d ou placebo	7 dias antes da prova	Teste de velocidade e endurance	→ Endurance e Velocidade Sem efeito ergogénico.
<b>Johannsmeyer et al 2016</b>	Adultos não treinados n = 31	0.1 g/kg/d creatina ou maltodextrina	12 Semanas antes da prova	Treinos de endurance muscular	↑ Massa Muscular
<b>Roberts et al 2016</b>	Homens saudáveis n=14	20 g por dia ou placebo	1-6 dias após prova	Ciclismo até à exaustão a 70 % VO2peak	↑ Recuperação glicogénio muscular
<b>Forbes et al 2016</b>	Mulheres ativas n = 17	0.3 g/kg/dia - 5 d seguido de 0.1 g/kg/d - 23 d ou placebo	4 semanas	4 semanas de HIIT (3x semana)	Sem efeito ergogénico
<b>Tomcik et al 2017</b>	Atletas treinados n = 18	20g/d - 5d + 3 g/d - 9d creatinina + HC ou PLA + HC	Durante e entre as provas	3 provas de 120km de cicloergómetro intervalado a cada 10km por 1-4 km de corrida.	↑ <i>Sprints</i> finais ↑ Recuperação Glicogénio Muscular

## 4.6 Suplementação com Omega-3

---

Alguns estudos mais antigos apoiam os benefícios dos ácidos gordos polinsaturados de Omega-3 (n-3PUFA) como o ácido docosahexaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA) consumidos através do peixe e óleo de peixe. Estes ácidos gordos mostram uma redução do risco cardiovascular, no desenvolvimento de doença coronária. Estas observações podem ser explicadas pelo decréscimo nos triglicéridos, redução da tensão arterial e da agregação plaquetar.<sup>63</sup>

Em 2012 Rontoyanni et al<sup>64</sup> fez um estudo com 22 homens suplementados com 4,7g/d de DHA vs 4.7g/dia de EPA vs Placebo mostrou diminuição do endurance vascular periférica somente nos suplementados com DHA, não houveram alterações quanto ao output cardíaco.

Em 2014 um estudo de Kawabata et al<sup>65</sup> em 20 homens suplementados durante 8 semanas com 3.6 g/dia de óleo de peixe rico n-3PUFA, mostrou uma redução do consumo de O<sub>2</sub> mantendo o VO<sub>2</sub>Max dos atletas. Também em 2014, Macarney et al<sup>66</sup> fez um estudo com 39 homens suplementado com 700mg por dia de Omega-3 durante 8 semanas que mostrou em provas de sprint e contra relógio 5min

Em 2015 Żebrowska et al<sup>67</sup>, fez um estudo de suplementação com Omega-3 na dose de 1.3g duas vezes por dia durante 3 semanas e placebo e repetido após duas semanas com troca de grupos. O estudo realizou-se em 13 ciclistas altamente treinados, revelou um aumento significativo no grupo suplementado com ómega 3 da variação de VO<sub>2</sub>Max, na concentração sanguínea de óxido nítrico, o que levou a uma maior vasodilatação periférica nos indivíduos treinados e a um maior aporte de O<sub>2</sub> aos músculos. Também se observou um decréscimo na frequência cardíaca máxima atingida nestes atletas.

Em estudos mais recentes como Gravina et al.<sup>63</sup> em 2017 foi visto o papel destes ácidos gordos no exercício, ao fazer um ensaio em 21 futebolistas suplementados com Omega-3/Placebo durante 4 semanas, os resultados não mostraram efeitos na força ou sprint dos atletas no entanto houve um aumento na distância do teste do vaivém que reflete uma melhoria no endurance anaeróbia no grupo suplementado com ómega-3 que deve continuar a ser estudada em estudos futuros.

Também em 2017 o Hingley et al<sup>66</sup>, fez um novo estudo em 26 ciclistas suplementados com 560mg DHA e 140mg de EPA durante 8 semanas que elevaram o índice de ómega-3 o que diminui o consumo de O<sub>2</sub> sem melhoria da performance.

Após a análise destes estudos podemos concluir que existe evidência contraditória que o endurance no atleta esteja aumentado após a suplementação com n-3PUFA, na tabela 11 temos uma melhor percepção dos diferentes estudos existentes.

Tabela 11 - Literatura da suplementação com Omega-3

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Rontoyanni et al. (2012)<sup>64</sup></b>	Homens saudáveis (n = 22)	4.7 g/d DHA vs. 4.7 g/d EPA vs. OS	Dose única	12 minutos de cicloergómetro	→ Output Cardíaco ↓ Endurance Vascular Sistémica
<b>Kawabata et al. (2014)<sup>65</sup></b>	Desportistas recreativos (n = 20)	3.6g/d OP vs. PLA	8 Semanas	Teste de VO2max em cicloergómetro	→ VO2max ↓ Consumo de O2 ↓ Percepção de exaustão
<b>Macartney et al. (2014)<sup>66</sup></b>	Homens Saudáveis (n = 39)	700 mg/d n-3PUFA vs. SBO	8 Semanas	Sprints cycling + 5 min contrarrelógio	↓ FC submáxima e recuperação → FC Max
<b>Żebrowska et al. (2015)<sup>67</sup></b>	Ciclistas treinados (n = 13)	1.3g/d n-3PUFA vs. PLA	3 Semanas	Teste de VO2 Max durante treinos	↑ VO2max ↑ função endotelial (VD)
<b>Hingley et al. (2017)<sup>66</sup></b>	Ciclistas treinados (n = 26)	700mg/d n-3PUFA	8 Semanas	Sprints 5' Contrarrelógio	↓ Custo de O2 → performance
<b>Gravina et al. (2017)<sup>63</sup></b>	Futebolistas (n = 51)	0.1g/kg de n-3PUFA	4 Semanas	Teste do Vaivém	→ Velocidade, força ↑ Endurance Anaeróbia

n-3PUFA = ácidos gordos polinsaturados de Omega-3; DHA = ácido docosahexaenoico; EPA= ácido docosahexaenoico; PLA = Placebo; OP = Óleo de Peixe; AZ = Azeite; OG = Óleo de Girassol; SB = Sumo de Beterraba OS = Óleo de Soja.

## 4.7 Suplementação com Nitratos

---

Os nitratos são sais ou esteres de ácido nítrico, encontram-se em muitos alimentos e a maior fonte para o consumo humano são os vegetais, são usados em agricultura como fertilizantes ou em produtos alimentares.<sup>68</sup>

Em condições em que a biodisponibilidade de oxigénio é baixa, o nitrito pode-se converter em óxido nítrico que é um composto vasodilatador, que controla a pressão arterial e o VO<sub>2</sub> consumido durante o exercício.<sup>69</sup>

Pensa-se que o nitrato incrementa e otimiza a função das Fibras Musculares tipo II, reduzindo o gasto energético durante a contração muscular e aumentando a capacidade oxidativa mitocondrial<sup>70</sup>

Nos últimos 10 anos têm surgido muitos estudos relacionados com a suplementação com Nitratos, na maioria deles essa suplementação realizou-se com sumo de beterraba (SB) rico em nitratos.

Em 2011 foi realizado um teste até à exaustão em cicloergometro com 11 ciclistas suplementados 3 horas antes da prova com 10mg/kg por dia ou PLA. Este estudo de Bescos et al<sup>71</sup> reduz o VO<sub>2</sub>peak atingido no entanto não se alterou o tempo até à exaustão. Em 2012 Bescos et al<sup>72</sup> fez um novo estudo em 13 atletas que suplementou nos 3 dias anteriores a uma prova de 40 minutos de cicloergometro com 10mg/kg por dia de nitratos ou PLA. O teste não mostrou melhorias na distância da prova nem no trabalho realizado.

No mesmo ano Christensen et al<sup>73</sup> fez um novo estudo com ciclistas de elite suplementados com SB ou PLA que não mostrou melhorias nos tempos de prova. Já Cermak et al<sup>74</sup> fez no mesmo ano um estudo com ciclistas suplementados com SB (8mmol NO<sub>3</sub> por dia) que mostrou evidência de melhoria na performance em tempo de contrarrelógio e VO<sub>2</sub> numa prova de 10 km. Bond et al<sup>75</sup> fez também em 2012 outro estudo em atletas de remo em *sprints* de 500m que mostrou um aumento na performance.

Em 2013 Breese et al<sup>76</sup> fez um estudo em 9 pessoas activas não atletas de suplementação com 6 dias de 140ml de SB contendo 9 mmol/dia de NO<sub>3</sub>, que revelou ganhos na tolerância ao exercício durante exercício severo quando iniciado de um estado metabólico já elevado. Também Kelly et al<sup>77</sup> fez um estudo semelhante mas com 4 semanas de suplementação que mostrou aumento da tolerância ao exercício mas sem melhoria da performance.

Em 2014 Hoon et al<sup>70</sup> fez um novo estudo em remadores treinados com suplementação com 8.4 mmol de NO<sub>3</sub> antes de uma prova em ergometro de remo de 2000m que mostrou melhoria da performance.

Em 2015 Glaister et al<sup>78</sup> realizou um estudo em 14 ciclistas femininos com uma solução de SB contendo 0.45g de NO<sub>3</sub>, duas horas e meia antes de uma prova de 20km contrarrelógio, não se obtiveram ganhos na performance.

Em 2016 houveram mais três estudos: Kramer et al<sup>79</sup> suplementou durante 6 dias com 8mmol por dia de NO<sub>3</sub> atletas de *crossfit* masculino, que colocou numa prova de remo em cicloergometro em contrarrelógio. Os resultados não mostraram melhoria da performance.

Já McQuillan<sup>80</sup> com 8 atletas de resistência numa prova de 4km contrarrelógio encontrou um benefício provável nos tempos de prova no grupo suplementado.

Um último estudo de Porcelli et al<sup>81</sup> em 7 homens saudáveis mostrou um efeito ergogénico da suplementação com 8mmol de NO<sub>3</sub> no consumo de O<sub>2</sub>, no Wtotal e na performance em *sprints* repetidos.



## Impacto da Suplementação Desportiva na Resistência do Atleta: Revisão Bibliográfica

*Tabela 12 - Literatura da suplementação com Nitratos.*

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Bescos et al 2011</b>	Ciclistas n = 11	10 mg/kg ou PLA	3h antes da prova	Teste incremental até à exaustão em cicloergómetro	↓VO <sub>2</sub> peak → Tempo até à exaustão
<b>Bescos et al 2012</b>	Atletas n = 13	10 mg/kg/dia ou PLA	3 dias antes das provas	40min cicloergómetro	→ Distância → W <sub>medio</sub> ↑ Nitrato plasmático ↑ Endotelina 1
<b>Bond et al 2012</b>	Atletas de remo n = 14	500ml SB ou PLA	6 dias	6x 500m de remo	Melhores tempos de prova
<b>Christensen et al 2012</b>	Ciclistas Treinados n = 10	500ml SB ou PLA	6 dias	120 min de cicloergómetro + 400kcal contrarrelógio	→ Performance
<b>Cermak et al 2012</b>	Ciclistas Treinados n = 12	140 ml/d SB concentrado (8mmol/d NO <sub>3</sub> ) ou PLA	6 dias	60 min de cicloergómetro + 10km contrarrelógio	↑Tempo contrarrelógio ↓VO <sub>2</sub>
<b>Breese et al 2013</b>	Pessoas activas n = 9	140 ml/d SB concentrado (8mmol/d NO <sub>3</sub> ) ou PLA	6 dias	Exercício moderado a severo	↑ Tolerância e duração do exercício. ↑ Performance
<b>Kelly et al 2013</b>	Homens activos n = 9	500 ml/d SB concentrado (8,2 mmol/d NO <sub>3</sub> ) ou PLA	4 Semanas	Exercício até à exaustão a 60 - 70 -80 -90 - 100% peak power	↑ Tolerância ao exercício. → Performance
<b>Hoon et al 2014</b>	Remadores treinados n=10	4.2 mmol ou 8.4 mmol NO <sub>3</sub> ou PLA	2h antes da prova	2000m em ergómetro de remo	↑ Performance (8,2 mmol)
<b>Glaister et al 2015</b>	Ciclistas femininos n = 14	70 ml de SB 0,45g de NO <sub>3</sub>	2,5h antes	20 km contrarrelógio	→ Performance
<b>Kramer et al 2016</b>	Atletas de Crossfit Masculinos n = 10	8 mmol/d NO <sub>3</sub> ou PLA	6 dias	2 km de remo contrarrelógio	→ Performance
<b>McQuillan et al 2016</b>	Atletas de Endurance n = 8	70 ml SB (~4 mmol NO <sub>3</sub> -) ou PLA	6 - 8 dias	4 km contra relógio	→VO <sub>2</sub> peak Benefício provável nos tempos de prova.
<b>Porcelli et al 2016</b>	Homens Saudáveis n = 7	8.2 mmol/d ou PLA	6 dias	6 min de trabalho a intensidade moderada, extensões de Joelho isométricas e sprints repetidos	↓Consumo O <sub>2</sub> ↑W <sub>total</sub> ↑Performance em <i>sprints</i> repetidos

## 4.8 Suplementação com Ácido Linoleico Conjugado (CLA)

Hoje em dia o CLA é conhecido e comercializado como um suplemento dietético para perda de peso e melhoria da composição corporal, enquanto os resultados de estudos com humanos foram controversos, os efeitos baseiam-se em estudos *in vitro* ou em animais. O CLA pode aumentar a beta-oxidação de ácidos gordos pela indução de carnitina palmitoltransferase, assim como aumentar a produção de testosterona *in vitro*<sup>82</sup> embora seja controverso que ocorra *in vivo*<sup>83</sup>.

Pensa-se, portanto, que esta molécula pode fazer diminuir a massa gorda e aumentar a massa muscular, o que pode por consequência aumentar o VO<sub>2</sub> Max e aumentar a performance do atleta mas a evidência é controversa<sup>84</sup>.

Em 2014, Jenkins et al<sup>85</sup> fez um estudo de suplementação com CLA em conjunto com 6 semanas de treino aeróbico no limiar da fadiga a 33 homens. O estudo não encontrou benefícios ergogénicos no endurance à fadiga no treino aeróbico. No mesmo ano outro estudo do mesmo autor.

Também Tajmanesh et al<sup>86</sup> em 2015 fez um estudo mais alargado com 80 jovens não treinados, que fizeram um programa de 8 semanas de treino suplementados com CLA ou PLA, este estudo mostrou não haver melhoria no VO<sub>2</sub>max, no tempo até à exaustão ou numa melhoria antropométrica.

Em conclusão os dois estudos encontrados não apoiam os efeitos ergogénico dos CLA no endurance.

*Tabela 13 - Literatura da suplementação com CLA*

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Jenkins et al 2014</b>	Homens n = 33	8 capsulas de 1ml por dia de CLA ou PLA	6 semanas de treinos	Cicloergómetro até à exaustão	Sem efeito ergogénico
<b>Tajmanesh et al 2015</b>	Jovens não treinados n = 80	CLA 3,2g/d ou PLA	8 semanas	Teste até exaustão	→ VO <sub>2</sub> max →TE

## 4.9 Suplementação com Bicarbonatos e Citratos

---

A ingestão de substâncias alcalinizantes como o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e o citrato de sódio (CIT) podem melhorar o desempenho em exercício de alta intensidade<sup>87</sup>, o efeito ergogénico destas substâncias, baseia-se principalmente nas suas propriedades de aumentar a capacidade de captar iões  $\text{H}^+$  para o espaço extracelular libertando as células musculares destes iões, atrasando a queda do pH intracelular e facilitando a produção de ATP pela via glicogenolítica<sup>88</sup>.

O bicarbonato de sódio (BS) ou o citrato de sódio calcula-se que tenham efeito na redução da fadiga muscular em exercícios de predomínio anaeróbio láctico (esforços de curta duração e intermitentes, com breves períodos de descanso), pela sua capacidade de tamponamento extracelular (neutralizam o ácido láctico), e melhoram o fluxo de iões hidrogénio entre sangue e músculo<sup>88</sup>. Após a toma de BS há um aumento do pH, do bicarbonato e do excesso de bases<sup>89,90</sup>.

A dose recomendada como suplemento em provas de alta intensidade de 1-15 minutos é de 0,3g/kg tomada 60-90 minutos antes da prova. O bicarbonato de sódio pode provocar efeitos secundários gastrointestinais em sujeitos suscetíveis<sup>91</sup>, que podem ser evitados com o consumo de 1-2L de água, ou em alguns casos substituindo o bicarbonato por citrato de sódio.

Enquanto o efeito ergogénico do BS em exercícios de curta duração (e.g. *sprint*) já foi repetidamente demonstrado, pouco se sabe pelo seu efeito em exercícios prolongados de alta intensidade.<sup>92</sup>

Na literatura encontrada na última década sobre este tema, em 2012 Carr et al<sup>89</sup> publicou um estudo com 7 atletas de remo, fizeram uma prova de 2000m com três grupos de duplo-cego: 0.3mg/kg de BS antes da prova, 0.5mg/kg/dia durante 3 dias e um grupo de carbonato de cálcio (placebo). Os resultados mostraram que a performance nos 2000 metros de remo em ergómetro não se alteram após o consumo de bicarbonato de sódio, tanto de forma aguda como crónica.

Já em 2013, Driller et al<sup>93</sup> fez mais um estudo com 12 atletas australianos de remo treinados, após ingestão pré-treino durante quatro semanas de  $\text{NaHCO}_3$  em exercícios de treino Intervalado de alta intensidade (HIIT), não se demonstrou nenhuma melhoria adicional nos tempos dos remadores. Também Higgins et al<sup>94</sup> fez um estudo com 10 homens não-ciclistas saudáveis, realizando um treino incremental de cicloergómetro até à exaustão a 100, 110% e 120% do Wpeak (peak power output), 60 minutos após a ingestão de 0.3mg/kg de BS

ou placebo. Os resultados mostraram um incremento de 17% na capacidade de trabalho a um  $W_{peak}$  de 100%, mas não a 110 e 120% de  $W_{peak}$ , o que sugere que a suplementação com BS pode melhorar o endurance do atleta nos exercícios entre os 5 e os 10 minutos.

Em 2014 Egger et al<sup>92</sup> em 2014 fizeram uma estudo com 21 ciclistas com 0.3mg/kg de BS, uma hora após a ingestão os atletas fizeram cycling de alta intensidade (95% do limiar anaeróbio) e depois até 110% do seu limiar anaeróbio até à exaustão. Os resultados mostraram que o tempo para a exaustão (TTE) foi maior no grupo suplementado com bicarbonato do que no grupo placebo, indo contra a evidência dos estudos anteriores. Também em 2014 Danaher et al<sup>42</sup>. fez um estudo misto com suplementação de beta-alanina (BA), BS, BA + BS e placebo, este estudo incluiu 8 atletas que mostraram evidência nos grupos suplementados com BA e com BA + BS, concluindo que a ingestão de BS isoladamente ou agregado não mostrou efeito significativo no tempo para exaustão ou nos tempos de sprint repetitivo.

Em 2016 encontrou-se um estudo de Higgins et al<sup>95</sup>, que avaliou a suplementação com cafeína e bicarbonato individualmente e combinados, com uma amostra de 13 homens não-ciclistas que treinavam regularmente, a prova consistiu em cycling a 100% do  $W_{peak}$  durante o máximo de tempo até à exaustão. Os resultados mostraram que tanto a cafeína como o Bicarbonato não se relacionaram com melhores tempos até à exaustão.

Em 2017 Ansdell et al.<sup>96</sup> fez um estudo onde avaliou se a suplementação com bicarbonato diminuía a fadiga muscular em 10 basquetebolistas, suplementando metade com 0.2 mg/kg de  $\text{NaHCO}_3$  antes de um jogo de treino de basquetebol e os restantes com placebo, testou-se a fadiga muscular por *sprints* de 15m e por contração voluntária isométrica do extensor do joelho que revelou uma diminuição do ritmo de fadiga nos suplementados com BS.

Ainda em 2017 um estudo de Gough et al<sup>97</sup> com 11 ciclistas treinados e suplementados com  $\text{NaHCO}_3$  (0.2 g/kg e 0.3 g/kg) mostrou evidência de melhoria no tempo de provas de 4km de bicicleta, mostrando em média uma redução do tempo de prova de 8.3s.

Tabela 14 - Literatura da suplementação com Bicarbonato de Sódio

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Carr et al 2012</b>	Atletas de remo n = 7	0,3mg/Kg ou 0,5mg/kg/dia BS ou PLA	3 dias	2000m em ergometro de remo	Sem efeito
<b>Driller et al 2013</b>	Atletas de Remo n = 12	NaHCO <sub>3</sub>	4 semanas	HITT	Sem efeito
<b>Higgins et al 2013</b>	Homens não treinados n = 10	0,3mg/kg de BS ou PLA	1 hora antes da prova	Treino incremental até à exaustão 100-110-120% Wpeak	↑Performance a pico de energia de 100%. (5-10min)
<b>Egger et al 2014</b>	Ciclistas n = 21	0,3mg/kg de BS ou PLA	1 hora antes da prova	Cicloergometro (95% do Llac + 110% do Llac até exaustão)	↑TTE
<b>Danaher et al 2014</b>	Atletas n = 8	BA + BS (300mg)+BA ou BA ou BS ou PLA	Antes da prova	Até exaustão Tempos de sprint repetitivo.	Sem efeito
<b>Higgins et al 2016</b>	Homens não ciclistas n = 13	CAF ou BS ou CAF + BS ou PLA	Antes da prova	100Wpeak até à exaustão	Sem efeito
<b>Ansdell et al 2017</b>	Basquetebolistas n = 10	0,2mg/kg de BS ou PLA	Antes de um jogo	Sprints de 15m + Contrações extesor do joelho	↓Fadiga
<b>Gough et al 2017</b>	Ciclistas treinados n = 11	0,2mg/kg ou 0,3g/kg	Antes da prova	4000m de cicloergometro	↓8,3s de tempo de prova

## 4.10 Suplementação com Cafeína

---

A cafeína é a droga mais popular do mundo, é utilizada em alimentos e bebida, é utilizada extensivamente como estimulante do ânimo e anti soporífero, crê-se que diminui a fadiga e aumenta a capacidade de rendimento físico, seguramente por isso é o estimulante mais comum.

O seu uso como substancia ergogénica deve-se a que os mecanismo de ação da cafeína: Antagonismo da Adenosina e dos seus recetores, estimuladora do SNC, aumenta a mobilização dos AG, utilização de gorduras que diminui o uso de HC e atrasa a depleção de glicógeno. Secreção de Beta-Endorfinas que diminuem a percepção da dor, melhora a função neuromuscular e a contração muscular esquelética e melhor aa resposta termoreguladora<sup>98</sup>

Simmonds et al<sup>99</sup> fez um estudo de suplementação com cafeína em 6 ciclistas treinados que realizaram exercício supramaximo até à exaustão num ciclo ergómetro. O tempo até à exaustão foi aumentado em 14.8% ( $p < 0.01$ ), mas a concentração de lactato e o VO<sub>2</sub> manteve-se, a concentração de potássio diminuiu durante o aquecimento, o que pode ser um dos mecanismos implicados no aumento de tempo até à exaustão, também aumentou o défice de oxigenio acumulado, permitindo manter a via anaeróbia durante mais tempo.

No entanto contrariamente no mesmo ano de 2010 Hendrix et al<sup>100</sup> fez um estudo em cicloergometro com 21 homens não treinados com um suplemento de 400mg de cafeína que não demonstrou aumento do tempo para exaustão, o que pode indicar que este benefício apenas se manifesta em indivíduos treinados.

Em 2011 a Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA)<sup>101</sup> publicou um artigo no seu jornal em que atribui à cafeína a partir da dose de 3mg/kg/dia a capacidade de aumentar a performance em exercícios de longa duração (trabalho aeróbio) mas não em exercícios repetidos de alta intensidade e curta duração (anaeróbios).

Em 2012 Lee et al<sup>102</sup> investigaram os efeitos da cafeína na performance em testes de *sprint* intermitente em 14 jovens ciclistas; o estudo concluiu que a cafeína produz um efeito ergogénico no estadio inicial do *sprint* intermitente mas também um maior tempo de recuperação, podendo prejudicar a performance durante treinos intermitentes de longa duração.

Christensen et al em 2014<sup>103</sup> fizeram um estudo duplo cego com 12 remadores numa performance máxima ao longo de 6 minutos, mostram que os remadores suplementados com cafeína nadaram mais 13 metros que os que tomaram placebo.

Uma revisão de 2016 de Moreno et al<sup>104</sup> destacou que vários estudos mostram que a cafeína produz um claro efeito ergogénico sobre o exercício aeróbio e anaeróbio.

Também em 2016 Azevedo et al<sup>105</sup> fez um estudo com 8 homens ativos sujeitos a testes de fadiga mental antes de uma prova de bicicleta demonstrou que a cafeína aumentou em cerca de 14% o endurance destes após os exercícios de fadiga mental, os mesmos resultados foram demonstrados noutra pequeno estudo por Alvarenga et al<sup>106</sup> em 2019.

O maior estudo encontrado neste período pertence a Glaister et al em 2016<sup>107</sup>, esta meta análise reuniu 26 estudos que preenchem os critérios de 5-10 minutos de intensidade submáxima usando uma dose *standard* de 3-6mg /kg, administrada 30-90 minutos antes dos exercícios, esta revisão mostra que a cafeína aumenta a concentração sanguínea de lactato e glucose, assim como provoca um aumento na ventilação por minuto ( $V_{min}$ ) e diminuição percepção da fadiga.

Em 2017 um estudo de Beaumont et al<sup>108</sup> avaliou a influência de uma dose moderada de cafeína em 8 homens fisicamente ativos numa prova de 60 minutos de bicicleta no calor, que mostrou que para além do efeito já conhecido ergogénico da cafeína, também se observou que este efeito se mantinha com o calor.

Um estudo em 2018 de Potgieter et al<sup>109</sup>, foi realizado em 26 atletas de triatlo com suplementação de 6mg/kg de cafeína e placebo antes da prova. Os resultados mostraram uma redução média de 3.7% no tempo de natação, uma redução de 1.3% no tempo total da prova numa prova de distância olímpica.

Tabela 15 - Literatura da suplementação com cafeína

<b>Autores</b>	<b>Participantes</b>	<b>Dose de Suplemento</b>	<b>Período de Suplementação</b>	<b>Exercício</b>	<b>Observações</b>
<b>Simmonds et al 2010</b>	Ciclistas n = 6	5mg/kg CAF ou PLA	Antes da prova	Exercício supramaximo até à exaustão	↑TTE, Défice de O <sub>2</sub>
<b>Hendrix et al 2010</b>	Homens não treinados n = 21	400mg de CAF ou PLA	60min antes da prova	Cicloergometro 80%Vo <sub>2</sub> peak	→ TTE
<b>Lee et al 2012</b>	Homens n = 14	6mg/kg CAF ou PLA	60min antes da prova	Sprints de cycling Intermites	Inicialmente ergogenico, mas depois ergolitico
<b>Christensen et al 2014</b>	Atletas de remo n = 12	3mg/kg CAF ou PLA	45min antes da prova	6 min contrarelógio	↑Performance
<b>Azevedo et al 2016</b>	Homens activos n = 8	5mg/kg CAF ou PLA	Antes da prova	80% Energia Maxima	↑Performance
<b>Beaumont et al 2017</b>	Homens activos n = 8	6mg/kg CAF ou PLA	60min antes da prova	60 minutos de bicicleta a 30°C e 55% Wmax	↑Performance
<b>Potgieter et al 2018</b>	Atletas de Triatlo n = 26	6mg/kg CAF ou PLA	60min antes da prova	1,5km Natação + 40km Ciclismo + 10Km Corrida	↑Performance



## Capítulo V: Discussão

Após a avaliação dos diversos estudos, podemos observar que existe um impacto da suplementação na performance do atleta, mais concretamente no endurance.

Em relação aos minerais, os resultados não são a favor de um efeito positivo no endurance. Em relação ao ferro, observou-se que os níveis elevados de exercício nos atletas de alta competição levam à perda das reservas de ferro<sup>1,2</sup>, devendo os médicos fazer o seguimento hematológico dos atletas, monitorizando durante o decorrer da época desportiva para controlar os níveis de Hb e as reservas de ferro, pois um risco aumentado de desenvolver anemia ferropénica, especialmente em mulheres<sup>110</sup>, nesses casos haverá um benefício em suplementar com ferro.

A evidência de ganho na performance após suplementar nos casos de ferropenia sem anemia (FSA) é controversa, no entanto pode ser útil para além de que se previne uma futura anemia ferropénica, esta podendo estar associada a fadiga e a queda do rendimento desportivo. Em conclusão os estudos encontrados não mostram um efeito ergogénico da suplementação com ferro no atleta, mesmo em atletas com ferropenia sem anemia.

Em relação à suplementação com cálcio só foram encontrados dois estudos, que não sugerem nenhum efeito no endurance do atleta.

O magnésio não foi estudado como suplemento ergogénico para o endurance em estudos recentes, estudos mais antigos (anteriores a 2010) não incluídos nesta revisão mostraram não haver evidência de relação entre suplementação com magnésio e um aumento do endurance aeróbia no atleta, portanto não foi investigada recentemente esta relação. No entanto o magnésio mostrou uma melhoria da performance em exercícios de alta intensidade e curta duração, mostrando um efeito ergogénico no metabolismo anaeróbio alático<sup>111</sup>.

A literatura mostra que a suplementação com fosfato de sódio é controversa, este último estudo de Brown et al.<sup>29</sup> (2019) mostra que não existe relação entre este suplemento e a performance em exercícios de endurance, enquanto a melhoria em provas de alta intensidade e curta duração é provável, o que pode mostrar um efeito na via dos fosfatos e via láctica sendo consistente com alguns estudos<sup>26,28,27</sup>. Em suma a suplementação com fosfato de sódio não oferece um benefício ergogénico no endurance do atleta, podendo haver um efeito ergogénico em provas de muito curta duração e alta intensidade.

Não existem estudos nos benefícios da suplementação com zinco, boro, selénio e crómio.

Já nos suplementos aminoácidos e derivados, a  $\beta$ -alanina (precursora da carnosina, demonstra um efeito ergogénico no tempo até à exaustão<sup>40, 42-46</sup> em atletas suplementados, embora em alguns estudo o efeito não tenha sido significativo<sup>38,39</sup>.

Na suplementação com L-carnitina nenhum dos estudos mostrou qualquer evidência de melhoria no endurance do atleta com este suplemento, apesar de existir alguma evidência que este suplemento pode reduzir o lactato sanguíneo e a frequência cardíaca dos atletas em exercícios de endurance.

A literatura encontrada com suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada é escassa, mas dois dos três estudos encontrados mostram uma melhoria do endurance do atleta<sup>52,53</sup>, no entanto são necessários mais estudos com maiores amostras. Apenas foi encontrado um estudo recente relacionado com a Glutamina e a endurance e este não revelou relação<sup>56</sup>.

Os estudos encontrados não mostram um efeito ergogénico da creatina monohidrato a nível do endurance<sup>58,61</sup> do atleta, mas sim na aceleração da recuperação de glicogénio muscular pós-prova<sup>60,62</sup>, assim como um maior desenvolvimento da massa muscular<sup>59</sup>. Os resultados encontrados recentemente em 2017<sup>62</sup> mostram um melhor desempenho no *sprint* final da prova o que pode ser explicado pela maior recuperação muscular ou por estes últimos sprints terem gasto as maiores reservas de creatina fosfato intracelulares dos atletas. Em suma não há evidência de efeito ergogénico no endurance do atleta.

A suplementação com ácidos gordos de omega-3 mostram uma diminuição do endurance vascular periférica e uma redução na economia do esforço com frequências mais baixas, assim como uma redução do consumo de O<sub>2</sub>. No entanto somente num estudo de 2015<sup>67</sup> se observou uma melhoria no VO<sub>2</sub>max que não se verificou em mais nenhum estudo. Segundo estes resultados consideramos que este suplemento carece de estudos com amostras superiores pelo que não mostra efeito ergogénico no endurance.

Na suplementação com nitratos os vários estudos encontrados são contraditórios, todos com amostras muito pequenas, alguns mostram um efeito ergogénico em provas de alta intensidade e curta-média duração<sup>75,74,76,70,80,81</sup>, enquanto em exercícios mais longos ou até à exaustão não se observaram melhorias da performance<sup>71,72,77,78</sup>. Podemos concluir que existe um efeito ergogénico deste suplemento em provas de curta a média duração, no entanto é provável e carece de mais investigação.

Os dois estudos analisados não encontraram efeitos ergogénico dos CLA no endurance.

O bicarbonato de sódio mostrou um efeito evidente na via anaeróbia pelo atraso na acidose muscular, ou seja, melhora os tempos em provas curtas de alta intensidade, no entanto houve melhoria de tempos em algumas provas de endurance<sup>94,90,112</sup>. Podemos considerar então que este suplemento tem um efeito ergogénico provável mas carece de mais estudos. Alguns estudos sugerem que a suplementação com bicarbonato de sódio melhora a performance em provas de media distancia. Este efeito pode ver-se diminuído pela inclusão de indivíduos que sofram de alterações gastrointestinais consequentes, o que sugere que este suplemento deve ser avaliado individualmente para determinar a suscetibilidade do atleta para sofrer sintomas gastrointestinais ou para a retenção de fluídos.<sup>113</sup>

Foram vários os estudos encontrados que suportam fortemente um efeito ergogénico da cafeína quando tomada antes das provas, este efeito observa-se no endurance pelo aumento do tempo até à exaustão<sup>99,100</sup>. Este efeito foi observado consistentemente ao longo da última década. A cafeína tem um efeito em provas longas, melhorando a endurance, mascarando a fadiga e a dor, e aumento a atenção.

Os resultados desta revisão concordam parcialmente com a revisão de Maughan et al<sup>114</sup> que procuraram estudos de suplementação com cafeína, nitratos, creatina, beta-alanina e bicarbonato, identificado que somente a cafeína poderia melhorar o endurance. No entanto os restantes suplementos apenas melhoravam a performance em provas curtas.

## Capítulo VI: Conclusão

Após a realização deste estudo, podemos confirmar que existe um impacto comprovado da suplementação no endurance do atleta. Da mesma maneira concluímos que existem muitos suplementos que ainda não têm estudos suficientes para podermos avaliar a sua utilidade, alguns carecem de mais estudos, as amostras são pequenas e em alguns suplementos não existem mesmo estudos que avaliem estes suplementos.

Dentro dos suplementos minerais não houve evidência que o ferro, cálcio, vitamina D, magnésio, fósforo, selênio, zinco, boro ou crómio quando utilizados em suplementos tivessem qualquer efeito ergogénico no endurance do atleta. Estes minerais em geral não se recomendam sistematicamente nos desportistas, a menos que se identifiquem deficiências numa valoração nutricional, a ingestão de doses “suprafisiológicas” destes suplementos não tem impacto na performance, no entanto em caso de défice a performance pode ver-se afectada, como por exemplo no caso do ferro e magnésio.

Quanto aos suplementos não minerais; não existe benefício ergogénico no endurance do atleta com a suplementação com L-carnitina, Glutamina, Creatina, Omega-3 e CLA

Curiosamente a creatina, os fosfatos, os nitratos e o bicarbonato de sódio apresentam um efeito ergogénico nas provas curtas e de alta intensidade, o que suporta que favoreçam maioritariamente o metabolismo anaeróbio.

O Bicarbonato de sódio e os Nitratos mostraram um efeito provável com vários estudos a favor e contra o seu efeito, pelo que carecem de mais estudos com amostras maiores e mais direccionados para o endurance.

Quanto aos efeitos no endurance, apenas três suplementos estão comprovados que aumentem o endurance no atleta, estes são a cafeína que quando tomada antes das provas, observa-se um aumento do tempo até à exaustão<sup>99</sup> que não se observa em exercícios de curta duração como sprints.

O BCCA também demonstrou um efeito ergogénico provável mas necessita de mais estudos para podermos perceber completamente o seu efeito se vale a pena ser utilizado.

Como último suplemento a  $\beta$ -alanina e o seu derivado carnosina, que mostram um efeito ergogénico no endurance observando-se um aumento no tempo até à exaustão<sup>4042-46</sup> em atletas suplementados com BA, embora em alguns estudos o efeito não tenha sido observável<sup>38,39</sup>.

Após esta revisão posso observar que serão necessários mais estudos para averiguar os efeitos destes suplementos, penso que seria mais importante começar pelos nitratos, bicarbonato de sódio que já mostraram alguma evidência, assim como o Omega-3.

Em relação aos minerais não considero que sejam necessários mais estudos, uma vez que uma dieta completa fornece a quantidade necessária para um atleta, de qualquer modo é importante ir periodicamente verificando os valores.

Na minha opinião baseada nesta investigação, considero importante que os atletas realizem suplementação, neste caso os atletas de endurance com provas mais longas, têm benefício em fazer uma suplementação com  $\beta$ -alanina, e ser suplementados antes das provas com cafeína.

Pelo meu ponto de vista seria também muito importante fazer uma investigação nos efeitos secundários da toma crónica destes suplementos, uma vez que muitos deles são componentes proteicos que poderão relacionar-se com lesão renal ou alterar o metabolismo hepático portanto seria interessante uma vigilância a este nível também. Mais estudos serão necessários para perceber quais serão as doses ótimas para suplementar, que tipo de população poderia mais beneficiar e em que condições os suplementos serão mais efetivos para os atletas.

Tabela 16 – Suplementos e evidência da literatura

	Suplementos	Estudos a favor	Estudos contra	Indeterminados	Conclusão
Minerais e Vitamina D	Ferro	0	2	0	Sem efeito ergogénico
	Cálcio	0	2	0	Sem efeito ergogénico
	Magnésio	0	2	0	Sem efeito ergogénico
	Fosfato	0	5	0	Sem efeito ergogénico
	Zinco	0	0	1	Efeito Indeterminado
	Boro	0	0	0	Efeito Indeterminado
	Selénio	0	0	0	Efeito Indeterminado
	Crómio	0	0	0	Efeito Indeterminado
Aminoácidos e derivados	Vitamina-D	0	2	1	Sem efeito ergogénico
	$\beta$ -alanina e Carnosina	6	2	1	Efeito ergogénico demonstrado
	L-Carnitina	0	2	1	Sem efeito ergogénico
	BCCA	1	2	0	Efeito ergogénico provável
	Glutamina	0	1	0	Sem efeito ergogénico
	Creatina	0	2	3	Sem efeito ergogénico
Outros	Omega-3	1	3	2	Sem efeito ergogénico
	Nitratos	5	5	2	Efeito ergogénico provável
	CLA	0	2	0	Sem efeito ergogénico
	Bicarbonato de Sódio	3	3	0	Efeito ergogénico provável
	Cafeína	5	1	1	Efeito ergogénico demonstrado

# Bibliografia

1. Sousa, M., Fernandes, M. J., Moreira, P., & Teixeira VH. Nutritional supplements usage by Portuguese athletes. *Int J Vitam Nutr Res* 83(1), 48–58. Published online 2013.
2. David M Systrom, MD, FRCPC, Gregory D Lewis M. Exercise physiology. *www.uptodate.com 2020 UpToDate*. 2018;2:19-1-19-12. doi:10.1201/b15575
3. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY et al. Principles of exercise testing and interpretation: Including pathophysiology and clinical applications. *Physiol Exerc*. Published online 2011.
4. Fry AC, Allemeier CA, Staron RS. Correlation between percentage fiber type area and myosin heavy chain content in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1994;68(3):246-251. doi:10.1007/BF00376773
5. Widmaier EP. *Vander's Human Physiology: 10th (Tenth)*.; 2006.
6. Tarnopolsky M. Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition*. 2004;20(7-8):662-668. doi:10.1016/j.nut.2004.04.008
7. Wolinsky I DJ. *Sports Nutrition: Energy Metabolism and Exercise*. USA: CRC Press. Published online 2008.
8. Meyer RA, Sweeney HL, Kushmerick MJ. A simple analysis of the "phosphocreatine shuttle." *Am J Physiol - Cell Physiol*. 1984;15(3). doi:10.1152/ajpcell.1984.246.5.c365
9. Bowtell JL, Marwood S, Bruce M, Constantin-Teodosiu D, Greenhaff PL. Tricarboxylic acid cycle intermediate pool size: Functional importance for oxidative metabolism in exercising human skeletal muscle. *Sport Med*. 2007;37(12):1071-1088. doi:10.2165/00007256-200737120-00005
10. Kemp GJ, Sanderson AL, Thompson CH, Radda GK. Regulation of oxidative and glycogenolytic ATP synthesis in exercising rat skeletal muscle studied by <sup>31</sup>P magnetic resonance spectroscopy. *NMR Biomed*. 1996;9(6):261-270. doi:10.1002/(SICI)1099-1492(199609)9:6<261::AID-NBM430>3.0.CO;2-B
11. Hall MM, Rajasekaran S, Thomsen TW, Peterson AR. Lactate: Friend or Foe. *PM R*. 2016;8(3):S8-S15. doi:10.1016/j.pmrj.2015.10.018
12. Mujika I. Endurance Training - Science and Practice. *South African J Sport Med*. 2012;24(4):939970. doi:10.17159/2078-516x/2012/v24i4a528
13. Caiozzo VJ, Davis JA, Ellis JF, et al. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1982;53(5):1184-1189. doi:10.1152/jappl.1982.53.5.1184
14. Bassett DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. / Facteurs limitants de la consommation maximale d'oxygene et determinants de la performance d'endurance. *Med Sci Sport Exerc*. 2000;32(1):70-84.
15. Palacios Gil de Antuñano N, Manonelles P, Blasco R, et al. Suplementos nutricionales para el deportista. Ayudas ergogénicas en el deporte-2019. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. *Arch Med del Deport*. 2019;36((Supl 1)):7-83.
16. Mielgo-Ayuso J, Zourdos MC, Calleja-González J, Córdova A, Fernandez-Lázaro D, Caballero-García A. Eleven weeks of iron supplementation does not maintain iron status for an entire competitive season in elite female volleyball players: A follow-up study. *Nutrients*. 2018;10(10). doi:10.3390/nu10101526
17. Burden RJ, Pollock N, Whyte GP, et al. Effect of intravenous iron on aerobic capacity and iron metabolism in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(7):1399-1407. doi:10.1249/MSS.0000000000000568
18. Pompano, L. M., & Haas JD. Increasing Iron Status through Dietary Supplementation in Iron-Depleted, Sedentary Women Increases

## Impacto da Suplementação Desportiva na Resistência do Atleta: Revisão Bibliográfica

---

- Endurance Performance at Both Near-Maximal and Submaximal Exercise Intensities. *J Nutr*. Published online 2019. doi:doi:10.1093/jn/nxy271
19. Pasricha, S.-R., Low, M., Thompson, J., Farrell, A., & De-Regil L-M. Iron Supplementation Benefits Physical Performance in Women of Reproductive Age: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Nutr*. 2014;144(6):906–914. doi:10.3945/jn.113.189589
  20. McClung JP, Murray-Kolb LE. Iron Nutrition and Premenopausal Women: Effects of Poor Iron Status on Physical and Neuropsychological Performance. *Annu Rev Nutr*. 2013;33(1):271–288. doi:10.1146/annurev-nutr-071812-161205
  21. Li K, Wang XF, Li DY, et al. The good, the bad, and the ugly of calcium supplementation: A review of calcium intake on human health. *Clin Interv Aging*. 2018;13:2443–2452. doi:10.2147/CIA.S157523
  22. Gonzalez JT, Green BP, Campbell MD, Rumbold PLS, Stevenson EJ. The influence of calcium supplementation on substrate metabolism during exercise in humans: A randomized controlled trial. *Eur J Clin Nutr*. 2014;68(6):712–718. doi:10.1038/ejcn.2014.41
  23. Sherk VD, Wherry SJ, Barry DW, Shea KL, Wolfe P, Kohrt WM. Calcium Supplementation Attenuates Disruptions in Calcium Homeostasis during Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(7):1437–1442. doi:10.1249/MSS.0000000000001239
  24. Volpe SL. Magnesium and the Athlete. *Curr Sports Med Rep*. 2015;14(4):279–283. doi:10.1249/JSR.0000000000000178
  25. West JS, Ayton T, Wallman KE, Guelfi KJ. The effect of 6 days of sodium phosphate supplementation on appetite, energy intake, and aerobic capacity in trained men and women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2012;22(6):422–429. doi:10.1123/ijsnem.22.6.422
  26. Brewer, C. P., Dawson, B., Wallman, K. E., & Guelfi KJ. Effect of Repeated Sodium Phosphate Loading on Cycling Time-Trial Performance and VO<sub>2</sub>peak. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2013;23(2):187–194. doi:10.1123/ijsnem.23.2.187
  27. Brewer CP, Dawson B, Wallman KE, Guelfi KJ. Effect of sodium phosphate supplementation on repeated high-intensity cycling efforts. *J Sports Sci*. 2015;33(11):1109–1116. doi:10.1080/02640414.2014.989536
  28. Buck CL, Henry T, Guelfi K, Dawson B, McNaughton LR, Wallman K. Effects of sodium phosphate and beetroot juice supplementation on repeated-sprint ability in females. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(10):2205–2213. doi:10.1007/s00421-015-3201-1
  29. Brown JA, Glaister M. The Effects of Sodium Phosphate Supplementation on Physiological Responses to Submaximal Exercise and 20 km Cycling Time-Trial Performance. *J Diet Suppl*. 2019;16(5):564–575. doi:10.1080/19390211.2018.1472708
  30. Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc status in athletes: Relation to diet and exercise. *Sport Med*. 2001;31(8):577–582. doi:10.2165/00007256-200131080-00002
  31. DiSilvestro RA, Hart S, Marshall T, et al. Enhanced aerobic exercise performance in women by a combination of three mineral Chelates plus two conditionally essential nutrients. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14(1):1–7. doi:10.1186/s12970-017-0199-2
  32. Larson-Meyer DE, Willis KS. Vitamin D and athletes. *Curr Sports Med Rep*. 2010;9(4):220–226. doi:10.1249/JSR.0b013e3181e7dd45
  33. Mielgo-Ayuso J, Calleja-González J, Urdampilleta A, et al. Effects of vitamin D supplementation on haematological values and muscle recovery in elite male traditional rowers. *Nutrients*. 2018;10(12). doi:10.3390/nu10121968
  34. Carswell AT, Oliver SJ, Wentz LM, et al. Influence of Vitamin D supplementation by sunlight or oral D3 on exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50(12):2555–2564. doi:10.1249/MSS.0000000000001721
  35. Jung HC, Seo MW, Lee S, Jung SW, Song JK. Correcting Vitamin D insufficiency improves some but not all aspects of physical performance during winter training in taekwondo athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(6):635–643. doi:10.1123/ijsnem.2017-0412
  36. Martineau AR, Jolliffe DA, Hooper RL, et al. Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory tract infections: Systematic review and meta-analysis of individual participant data. *BMJ*. 2017;356. doi:10.1136/bmj.i6583
  37. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Stout JR, et al. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *J Int Soc Sports Nutr*.



- 2015;12(1):1-14. doi:10.1186/s12970-015-0090-y
38. Smith AE, Stout JR, Kendall KL, Fukuda DH, Cramer JT. Exercise-induced oxidative stress: The effects of  $\beta$ -alanine supplementation in women. *Amino Acids*. 2012;43(1):77-90. doi:10.1007/s00726-011-1158-x
  39. Howe ST, Bellinger PM, Driller MW, Shing CM, Fell JW. The effect of beta-alanine supplementation on isokinetic force and cycling performance in highly trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013;23(6):562-570. doi:10.1123/ijsnem.23.6.562
  40. Hobson RM, Harris RC, Martin D, et al. Effect of  $\beta$ -alanine, with & without sodium bicarbonate, on 2000m rowing performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013;23(5):480-487. doi:10.1123/ijsnem.23.5.480
  41. Chung W, Baguet A, Bex T, Bishop DJ, Derave W. Doubling of muscle carnosine concentration does not improve laboratory 1-Hr cycling time-trial performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2014;24(3):315-324. doi:10.1123/ijsnem.2013-0125
  42. Danaher J, Gerber T, Wellard RM, Stathis CG. The effect of  $\beta$ -alanine and NaHCO<sub>3</sub> co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males. Published online 2014. doi:10.1007/s00421-014-2895-9
  43. Glenn JM, Gray M, Stewart R, et al. Incremental effects of 28 days of beta-alanine supplementation on high-intensity cycling performance and blood lactate in masters female cyclists. *Amino Acids*. 2015;47(12):2593-2600. doi:10.1007/s00726-015-2050-x
  44. Bellinger PM, Minahan CL. Additive Benefits of  $\beta$ -Alanine Supplementation and Sprint-Interval Training. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(12):2417-2425. doi:10.1249/MSS.0000000000001050
  45. Furst T, Massaro A, Miller C, Williams BT, LaMacchia ZM, Horvath PJ.  $\beta$ -Alanine supplementation increased physical performance and improved executive function following endurance exercise in middle aged individuals. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018;15(1):1-8. doi:10.1186/s12970-018-0238-7
  46. Ojeda ÁH, Osmar Contreras-Montilla, Sergio Galdames Maliqueo, Carlos Jorquera-Aguilera RF-K, Guisado-Barrilao y R. Effects of acute supplementation with beta-alanine on a limited time test at maximum aerobic speed on endurance athletes. Published online 2019.
  47. Orer GE, Guzel NA. The effects of acute l-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. *J Strength Cond Res*. 2014;28(2):514-519. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a76790
  48. Burrus BM, Moscicki BM, Matthews TD, Paolone VJ. The Effect of Acute L-carnitine and Carbohydrate Intake on Cycling Performance. *Int J Exerc Sci*. 11(2):404-416. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29541331>  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5841674>
  49. Dudgeon WD, Kelley EP, Scheett TP. In a single-blind, matched group design: Branched-chain amino acid supplementation and resistance training maintains lean body mass during a caloric restricted diet. *J Int Soc Sports Nutr*. 2016;13(1):1-10. doi:10.1186/s12970-015-0112-9
  50. Athletes. T effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained, Journal: Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism Author names: Mark Waldron\*1, 2, Kieran Whelan1, Owen Jeffries1, Dean Burt3, Louis Howe1 SDP. The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. Journal: *Appl Physiol Nutr Metab Author*. Published online 2017:1-34.
  51. BEAU KJERULF GREER 1, JIM P. WHITE, 2 ERIC M. ARGUELLO 2 AND EMILY M. HAYMES 2. BRANCHED-CHAIN AMINO ACID SUPPLEMENTATION LOWERS PERCEIVED EXERTION BUT DOES NOT AFFECT PERFORMANCE IN UNTRAINED MALES. *J Strength Cond Res*. 2011;25(2):539-544.
  52. A B Gualano 1, T Bozza, P Lopes De Campos, H Roschel, A Dos Santos Costa, M Luiz Marquezi, F Benatti AHLJ. Branched-chain amino acids supplementation enhances exercise capacity and lipid oxidation during endurance exercise after muscle glycogen depletion. *J Sport Med Phys Fit* 2011 Mar. Published online 2011.
  53. Kephart WC, Wachs TD, Mac Thompson R, et al. Ten weeks of branched-chain amino acid supplementation improves select

- performance and immunological variables in trained cyclists. *Amino Acids*. 2016;48(3):779-789. doi:10.1007/s00726-015-2125-8
54. Ramezani Ahmadi A, Rayyani E, Bahreini M, Mansoori A. The effect of glutamine supplementation on athletic performance, body composition, and immune function: A systematic review and a meta-analysis of clinical trials. *Clin Nutr*. 2019;38(3):1076-1091. doi:10.1016/j.clnu.2018.05.001
55. Eichner ER. Glutamine supplementation: Overstaying its welcome. *Curr Sports Med Rep*. 2013;12(4):211-212. doi:10.1249/JSR.0b013e31829b54c8
56. Rowlands DS, Clarke J, Green JG, Shi X. L-Arginine but not L-glutamine likely increases exogenous carbohydrate oxidation during endurance exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(7):2443-2453. doi:10.1007/s00421-011-2225-4
57. Galvan E, Walker DK, Simbo SY, et al. Acute and chronic safety and efficacy of dose dependent creatine nitrate supplementation and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr*. 2016;13(1). doi:10.1186/s12970-016-0124-0
58. Williams J, Abt G, Kilding AE. Effects of creatine monohydrate supplementation on simulated soccer performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9(3):503-510. doi:10.1123/IJSP.2013-0407
59. Johannsmeyer S, Candow DG, Brahms CM, Michel D, Zello GA. Effect of creatine supplementation and drop-set resistance training in untrained aging adults. *Exp Gerontol*. 2016;83:112-119. doi:10.1016/j.exger.2016.08.005
60. Roberts PA, Fox J, Peirce N, Jones SW, Casey A, Greenhaff PL. Creatine ingestion augments dietary carbohydrate mediated muscle glycogen supercompensation during the initial 24 h of recovery following prolonged exhaustive exercise in humans. *Amino Acids*. 2016;48(8):1831-1842. doi:10.1007/s00726-016-2252-x
61. S.C. Forbes<sup>2</sup>, N. Sletten<sup>1</sup>, C. Durrer<sup>1</sup>, E. Myette-Cote<sup>1</sup>, D. Candow<sup>3</sup> JPL. Creatine monohydrate supplementation does not augment fitness, performance, or body composition adaptations in response to four weeks of high-intensity interval training in young females. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Published online 2016.
62. Tomcik KA, Camera DM, Bone JL, et al. *Effects of Creatine and Carbohydrate Loading on Cycling Time Trial Performance*. Vol 50.; 2018. doi:10.1249/MSS.0000000000001401
63. Leyre Gravina<sup>1</sup>, Frankie F. Brown<sup>2</sup>, Lee Alexander<sup>2</sup>, James Dick<sup>3</sup>, Gordon Bell<sup>3</sup> Oliver C. Witard<sup>2</sup> and SDRG. n-3 Fatty Acid Supplementation During 4 Weeks of Training Leads to Improved Anaerobic Endurance Capacity, But Not Maximal Strength, Speed, or Power in Soccer Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Published online 2017.
64. Rontoyanni VG, Hall WL, Pombo-Rodrigues S, Appleton A, Chung R, Sanders TAB. A comparison of the changes in cardiac output and systemic vascular resistance during exercise following high-fat meals containing DHA or EPA. *Br J Nutr*. 2012;108(3):492-499. doi:10.1017/S0007114511005721
65. Kawabata F, Neya M, Hamazaki K, Watanabe Y, Kobayashi S, Tsuji T. Supplementation with eicosapentaenoic acid-rich fish oil improves exercise economy and reduces perceived exertion during submaximal steady-state exercise in normal healthy untrained men. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2014;78(12):2081-2088. doi:10.1080/09168451.2014.946392
66. Lachlan Hingley<sup>1</sup>, Michael J Macartney<sup>1</sup>, Marc A Brown<sup>1</sup> PLM 2 and GEP. DHA-Rich Fish Oil Increases the Omega-3 Index and Lowers the Oxygen Cost of Physiologically Stressful Cycling in Trained Individuals. Published online 2017.
67. Aleksandra Żebrowska<sup>a</sup>, Katarzyna Mizia-Stecb, Magda Miziab ZG& S, Poprzącka. Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained athletes.
68. Hord NG, Tang Y, Bryan NS. Food sources of nitrates and nitrites: The physiologic context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr*. 2009;90(1):1-10. doi:10.3945/ajcn.2008.27131
69. McMahon NF, Leveritt MD, Pavey TG. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med*. 2017;47(4):735-756. doi:10.1007/s40279-016-0617-7
70. Hoon MW, Jones AM, Johnson NA, et al. The effect of variable doses of inorganic nitrate-rich beetroot juice on simulated 2000-m

- rowing performance in trained athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(4):615-620. doi:10.1123/IJSP.2013-0207
71. RAÚL BESCÓS', FERRAN A. RODRÍGUEZ', XAVIER IGLESIAS' MDFEI and AP. Acute Administration of Inorganic Nitrate Reduces. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(10):1979-1986. doi:10.1249/MSS.0b013e318217d439
  72. Bescós R, Ferrer-Roca V, Galilea PA, et al. Sodium nitrate supplementation does not enhance performance of endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(12):2400-2409. doi:10.1249/MSS.0b013e3182687e5c
  73. Christensen PM, Nyberg M, Bangsbo J. Influence of nitrate supplementation on VO<sub>2</sub> kinetics and endurance of elite cyclists. *Scand J Med Sci Sport.* 2013;23(1):21-31. doi:10.1111/sms.12005
  74. Cermak NM, Gibala MJ, Van Loon LJC. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012;22(1):64-71. doi:10.1123/ijsnem.22.1.64
  75. Bond H, Morton L, Braakhuis AJ. Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012;22(4):251-256. doi:10.1123/ijsnem.22.4.251
  76. Breese BC, Mcnarry MA, Marwood S, Blackwell JR, Bailey SJ, Jones AM. Beetroot juice supplementation speeds O<sub>2</sub> uptake kinetics and improves exercise tolerance during severe-intensity exercise initiated from an elevated metabolic rate. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol.* 2013;305(12). doi:10.1152/ajpregu.00295.2013
  77. Kelly J, Vanhatalo A, Wilkerson DP, Wylie LJ, Jones AM. Effects of nitrate on the power-duration relationship for severe-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(9):1798-1806. doi:10.1249/MSS.0b013e31828e885c
  78. MARK GLAISTER 1, JOHN R. PATTISON, 1 DANIEL MUNIZ-PUMARES, 1 STEPHEN D. PATTERSON 1 AND, FOLEY P, 2, 1. EFFECTS OF DIETARY NITRATE,CAFFEINE, AND THEIR COMBINATION ON 20-KM CYCLING TIME TRIAL PERFORMANCE. *Sch Sport Heal andApplied Sci St Mary's Univ Coll.* 2015;29(1):165-174.
  79. Kramer SJ, Baur DA, Spicer MT, Vukovich MD, Ormsbee MJ. The effect of six days of dietary nitrate supplementation on performance in trained CrossFit athletes. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016;13(1):1-7. doi:10.1186/s12970-016-0150-y
  80. Joseph A. McQuillan<sup>1,2</sup>, Deborah K. Dulson<sup>2</sup>, Paul B. Laursen<sup>2,3</sup> and AEK. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Physiology and Performance in Trained Cyclists. *Int J Sports Physiol Perform.* Published online 2011.
  81. Porcelli S, Pugliese L, Rejc E, et al. Effects of a short-term high-nitrate diet on exercise performance. *Nutrients.* 2016;8(9). doi:10.3390/nu8090534
  82. Macaluso F, Barone R, Catanese P, et al. Do fat supplements increase physical performance? *Nutrients.* 2013;5(2):509-524. doi:10.3390/nu5020509
  83. FILIPPO MACALUSO, GIUSEPPE MORICI, 2 PATRIZIA CATANESE, 2 NELLA M. ARDIZZONE 2, ANTONELLA MARINO GAMMAZZA 2, et al. EFFECT OF CONJUGATED LINOLEIC ACID ON TESTOSTERONE LEVELS IN VITRO AND IN VIVO AFTER AN ACUTE BOUT OF RESISTANCE EXERCISE FILIPPO. *Dep Physiol Sci Stellenbosch Univ Stellenbosch, South Africa.* 2006;3(1):87-89.
  84. Lehnen TE, da Silva MR, Camacho A, Marcadenti A, Lehnen AM. A review on effects of conjugated linoleic fatty acid (CLA) upon body composition and energetic metabolism. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12(1). doi:10.1186/s12970-015-0097-4
  85. Jenkins NDM, Buckner SL, Cochrane KC, et al. CLA supplementation and aerobic exercise lower blood triacylglycerol, but have no effect on peak oxygen uptake or cardiorespiratory fatigue thresholds. *Lipids.* 2014;49(9):871-880. doi:10.1007/s11745-014-3929-0
  86. Tajmanesh M, Aryaeian N, Hosseini M, Mazaheri R, Kordi R. Conjugated Linoleic Acid Supplementation has no Impact on Aerobic Capacity of Healthy Young Men. *Lipids.* 2015;50(8):805-809. doi:10.1007/s11745-015-4031-y
  87. Suvi S, Mooses M, Timpmann S, Medijainen L, Unt E, Ööpik V. Influence of Sodium Citrate Supplementation after Dehydrating Exercise on Responses of Stress Hormones to Subsequent Endurance Cycling Time-Trial in the Heat. :1-13.
  88. Deb SK, Gough LA, Sparks SA, Mcnaughton LR. Sodium bicarbonate supplementation improves severe-intensity intermittent exercise under moderate acute hypoxic conditions. *Eur J Appl Physiol.* 2018;0(0):0. doi:10.1007/s00421-018-3801-7

## Impacto da Suplementação Desportiva na Resistência do Atleta: Revisão Bibliográfica

---

89. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Reliability and Effect of Sodium Bicarbonate : Buffering and 2000-m Rowing Performance. Published online 2012:152-160.
90. Froio G, Dias DA, Silva E, Painelli VDS. ( In ) Consistencies in Responses to Sodium Bicarbonate Supplementation : A Randomised , Repeated Measures , Counterbalanced and Double-Blind Study. Published online 2015:1-13. doi:10.1371/journal.pone.0143086
91. Kahle LE, Kelly P V, Eliot KA, Weiss EP. Acute sodium bicarbonate loading has negligible effects on resting and exercise blood pressure but causes gastrointestinal distress. *Nutr Res.* 2013;33(6):479-486. doi:10.1016/j.nutres.2013.04.009
92. Trial C. Effects of Sodium Bicarbonate on High- Intensity Endurance Performance in Cyclists : A Double-Blind , Randomized. Published online 2014:1-15. doi:10.1371/journal.pone.0114729
93. Driller MW, Gregory JR, Williams AD, Fell JW. The Effects of Chronic Sodium Bicarbonate Ingestion and Interval Training in Highly Trained Rowers. Published online 2013:40-47.
94. Higgins MF, James RS, Price MJ, Higgins MF, James ROBS, Price MJ. The effects of sodium bicarbonate ( NaHCO<sub>3</sub> ) ingestion on high intensity cycling capacity cycling capacity. 2013;(March):37-41. doi:10.1080/02640414.2012.758868
95. Higgins MF, Wilson S, Hill C, Price MJ, Duncan M, Tallis J. Evaluating the effects of caffeine and sodium bicarbonate , ingested individually or in combination , and a taste-matched placebo on high-intensity cycling capacity in healthy males. 2016;361(March):354-361.
96. Ansdell P. Sodium bicarbonate supplementation delays neuromuscular fatigue without changes in performance outcomes during a basketball match simulation protocol. doi:10.1519/JSC.0000000000002233
97. Gough LA, Deb SK, Sparks SA, et al. Sodium bicarbonate improves 4 km time trial cycling performance when individualised to time to peak blood bicarbonate in trained male cyclists individualised to time to peak blood bicarbonate in trained male cyclists. *J Sports Sci.* 2017;00(00):1-8. doi:10.1080/02640414.2017.1410875
98. BU" LENT SO" KMEN, LAWRENCE E. ARMSTRONG, WILLIAM J. KRAEMER, DOUGLAS J. CASA, JOAO C. DIAS, DANIEL A. JUDELSON ACMM. CAFFEINE USE IN SPORTS: CONSIDERATIONS FOR THE ATHLETE. *J Strength Cond Res.* 2008;22(63):978. [http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2008/05000/Caffeine\\_Use\\_in\\_Sports\\_\\_Considerations\\_for\\_the.47.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2008/05000/Caffeine_Use_in_Sports__Considerations_for_the.47.aspx)
99. Simmonds MJ, Minahan CL, Sabapathy S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(2):287-295. doi:10.1007/s00421-009-1351-8
100. HENDRIX CR, HOUSH TJ, MIELKE M, et al. ACUTE EFFECTS OF A CAFFEINE-CONTAINING SUPPLEMENT ON BENCH PRESS AND LEG EXTENSION STRENGTH AND TIME TO EXHAUSTION DURING CYCLE ERGOMETRY. *Dep of Nutrition Heal Sci Hum Perform Lab Univ of Nebraska-Lincoln, Lincoln, Nebraska; 2 Dep of Oral Biol Coll of Dentistry, Univ of Nebraska Med Center, Lincoln, Nebraska Abstr.* 2010;24(3):859-865.
101. Panel E, Nda A. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to caffeine and increase in physical performance during short-term high-intensity exercise (ID 737, 1486, 1489), increase in endurance performance (ID 737, 1486), increase in endurance capa. *EFSA J.* 2011;9(4):1-24. doi:10.2903/j.efsa.2011.2053
102. Lee CL, Cheng CF, Lin JC, Huang HW. Caffeine's effect on intermittent sprint cycling performance with different rest intervals. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(6):2107-2116. doi:10.1007/s00421-011-2181-z
103. Christensen PM, Petersen MH, Friis SN, Bangsbo J. Caffeine, but not bicarbonate, improves 6 min maximal performance in elite rowers. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014;39(9):1058-1063. doi:10.1139/apnm-2013-0577
104. Moreno AG. La cafeína y su efecto ergogénico en el deporte (segunda parte). *Arch Med del Deport.* 2016;33(3):200-206.
105. Azevedo R, Silva-Cavalcante MD, Gualano B, Lima-Silva AE, Bertuzzi R. Effects of caffeine ingestion on endurance performance in mentally fatigued individuals. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(11-12):2293-2303. doi:10.1007/s00421-016-3483-y
106. Franco-Alvarenga PE, Brietzke C, Canestri R, et al. Caffeine improved cycling trial performance in mentally fatigued cyclists,

- regardless of alterations in prefrontal cortex activation. *Physiol Behav.* 2019;204(February):41-48. doi:10.1016/j.physbeh.2019.02.009
107. Glaister M, Williams BH, Muniz-Pumares D, Balsalobre-Fernández C, Foley P. The effects of caffeine supplementation on physiological responses to submaximal exercise in endurance-trained men. *PLoS One.* 2016;11(8):1-15. doi:10.1371/journal.pone.0161375
108. Beaumont RE, James LJ. Effect of a moderate caffeine dose on endurance cycle performance and thermoregulation during prolonged exercise in the heat. *J Sci Med Sport.* 2017;20(11):1024-1028. doi:10.1016/j.jsams.2017.03.017
109. Potgieter S, Wright HH SC. Caffeine Improves Triathlon Performance: A Field Study in Males and Females. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* ©. Published online 2018.
110. DellaValle DM. Iron supplementation for female athletes: Effects on iron status and performance outcomes. *Curr Sports Med Rep.* 2013;12(4):234-239. doi:10.1249/JSR.0b013e31829a6f6b
111. Setaro L, Santos-Silva PR, Nakano EY, et al. Magnesium status and the physical performance of volleyball players: effects of magnesium supplementation. *J Sports Sci.* 2014;32(5):438-445. doi:10.1080/02640414.2013.828847
112. Krstrup P, Ermidis G, Mohr M. Sodium bicarbonate intake improves high-intensity intermittent exercise performance in trained young men. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;2:1-7. doi:10.1186/s12970-015-0087-6
113. Stellingwerff T, Bovim IM, Whitfield J. Contemporary nutrition interventions to optimize performance in middle-distance runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019;29(2):106-116. doi:10.1123/ijsnem.2018-0241
114. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, et al. IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med.* 2018;52(7):439-455. doi:10.1136/bjsports-2018-099027
115. Bryan Saunders, 1 Kirsty Elliott-Sale, 2 Guilherme G Artioli, 1 Paul A Swinton, 3 Eimear Dolan, 1 Hamilton Roschel, 1 Craig Sale 2 Bruno Gualano1.  $\beta$ -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. Published online 2016.