

**Abordagem nutricional no atleta de
CrossFit®**
***Nutritional approach in CrossFit®
athletes***

Laura Nave Carvalho

ORIENTADO POR: Dr^a. Catarina dos Santos Augusto

REVISÃO TEMÁTICA
1.º CICLO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO | UNIDADE CURRICULAR ESTÁGIO
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

TC

PORTO, 2023



Resumo

O CrossFit® (CF) é uma metodologia de treino de alta intensidade (AI) criada em 2000 e que tem ganho popularidade devido à elevada variedade de movimentos e componentes que engloba, como ginástica, endurance, força e halterofilismo. Também o espírito de comunidade através das aulas de grupo cria uma elevada adesão, desde praticantes recreativos (PR) a atletas. A exigência fisiológica e metabólica é marcada, sobretudo em indivíduos com maior volume de treino e com objetivos competitivos, sendo reconhecida a importância da Nutrição na otimização da composição corporal (CC), *performance* e recuperação. Deste modo, esta revisão temática tem como objetivo sistematizar a evidência científica existente sobre a abordagem nutricional em atletas de CF.

O cálculo das necessidades energéticas (NE) parece ser um ponto chave no delineamento da abordagem nutricional que influencia a CC, *performance* e recuperação. Assim, existem vantagens na periodização das estratégias nutricionais, como a ingestão de macronutrientes (hidratos de carbono (HC), proteína e gordura) e de suplementação, no sentido de obter um equilíbrio entre a resposta fisiológica de adaptação ao treino e a otimização da *performance* e recuperação.

A literatura científica ao nível de recomendações nutricionais e de suplementação no atleta de CF é, ainda, limitada, pelo que no futuro deverão ser conduzidos trabalhos que permitam suportar as recomendações, mas também fornecer dados sobre as exigências energéticas e o impacto de diversas abordagens nutricionais e de suplementação.

Palavras-chave: CrossFit; Composição corporal; Macronutrientes; Suplementação; *Performance*.

Abstract

CrossFit® (CF) is a high-intensity training methodology created in 2000 that has gained popularity ever since because of its vast variety of movements and exercise components, such as gymnastics, endurance, strength and weightlifting. The collective spirit created in group classes is also a major contributor to its increasingly adherence, in both recreational and athletes. The physiological and metabolic demands are notable, specifically on individuals with higher training volumes and competitive goals, in which the role of nutrition in improving body composition, performance and recovery has become well-known. In this way, this review aims to resume the existing evidence regarding the nutritional approach in CF athletes.

Estimating caloric needs seems to be a key step in designing nutritional interventions, as it influences body composition, performance and recovery. Therefore, periodized nutritional strategies, such as macronutrient intake (carbohydrates, protein and fats) and supplementation, seem to benefit the balance between training adaptations and performance and recovery improvements.

The overall evidence regarding nutritional interventions and supplementation on CF athletes is limited, thus further research is needed to not only support specific recommendations but also to provide data about the energetic demands and the impact of various nutritional and supplementation approaches.

Keywords: CrossFit; Body composition; Macronutrients; Supplementation; Performance.

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

%MG - Percentagem de MG

ΣSP - Somatório das pregas cutâneas

AI - Alta intensidade

BS - Bicarbonato de sódio

CC - Composição corporal

CF - CrossFit

CI - Calorimetria indireta

DC - Dieta cetogénica

DE - Défice energético

EPE - Escala de perceção de esforço

FC - Frequência cardíaca

GE - Gasto energético

GM - Glicogénio muscular

HC - Hidratos de carbono

IE - Ingestão energética

METS - *Metabolic equivalent of task* (equivalentes metabólicos de tarefa)

MG - Massa gorda

MIG - Massa isenta de gordura

MM - Massa muscular

NE - Necessidades energéticas

PC - Peso corporal

PCr - Fosfocreatina

PR - Praticantes recreativos

RM - Repetição máxima

TMB - Taxa metabólica basal

VO_{2máx} - Consumo máximo de oxigénio

WOD - *Workout of the day* (treino do dia)

Sumário

Resumo	i
Abstract	ii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	iii
Sumário.....	v
Introdução	1
Objetivos.....	1
Metodologia.....	2
Desenvolvimento.....	2
Necessidades fisiológicas	2
Composição corporal	3
Necessidades energéticas.....	6
Recomendações dos macronutrientes	8
Proteína.....	8
Hidratos de carbono	9
Gordura	10
Suplementação.....	12
Discussão e análise crítica.....	14
Conclusões	14
Referências	16

Apêndices 19

Índice de apêndices 19

Introdução

O CF é uma metodologia de treino intervalado de AI criada em 2000 por Greg Glassman e Lauren Jenai e que envolve várias componentes no mesmo treino, nomeadamente ginástica, endurance (corrida e ergómetros), força (agachamento, *press* e peso morto) e halterofilismo (*snatch* e *clean and jerk* - movimentos olímpicos)⁽¹⁾. O treino do dia (WOD) é variável em estímulo e intensidade, podendo ter como objetivo a execução do máximo repetições possíveis num intervalo de tempo (*AMRAP*) ou a execução de uma tarefa no menor tempo possível (*for time*), o que requer ao atleta uma boa capacidade anaeróbia, aeróbia e de força, a fim de garantir uma boa *performance* em todas as componentes⁽²⁾.

As exigências fisiológicas e metabólicas do CF são elevadas, onde a componente nutricional tem um papel preponderante na *performance* e recuperação⁽²⁾. Isto é particularmente relevante em atletas devido ao elevado volume de treino e objetivo competitivo, sendo importante garantir uma abordagem individualizada. Neste sentido, torna-se pertinente sistematizar a evidência científica existente sobre a abordagem nutricional no atleta de CF, que poderá diferir de outras modalidades pelas suas especificidades, nomeadamente ao nível da CC, NE, recomendações de macronutrientes e de suplementação.

Objetivos

A presente revisão temática tem como objetivo sistematizar a evidência científica existente sobre a abordagem nutricional em atletas de CF.

Metodologia

A pesquisa da literatura foi realizada na base de dados “PubMed” entre maio e junho de 2023. Foram feitas várias pesquisas com vários termos associados à metodologia CF, uma vez que os artigos nem sempre utilizam “CrossFit” no título, tendo sido alargada a pesquisa em cada tópico abordado. Foi, por isso, utilizado o termo “*high intensity functional training*” para poder obter mais estudos relacionados com o CF. Não foram aplicados filtros de restrição temporal e de tipologia de artigo dada a limitada evidência científica. Numa primeira fase os artigos foram seleccionados através da leitura do título e do resumo, tendo sido excluídos aqueles que, após leitura integral, não se enquadravam no tema da revisão. Foram, também, adicionados artigos referenciados nos artigos seleccionados na pesquisa inicial. Os termos de pesquisa e os resultados incluídos encontram-se descritos no apêndice A.

Desenvolvimento

Necessidades fisiológicas

Como referido anteriormente, as exigências metabólicas e fisiológicas do CF são elevadas por englobar componentes tão díspares, em que a capacidade física dos atletas é ditada pelo equilíbrio entre elas^(1, 2). A nível metabólico a oxidação dos substratos energéticos depende da intensidade, duração e tipo do exercício físico, idade, sexo e consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$)⁽³⁾. Em WODS estilo *sprint* ou curta duração (até 2 minutos) o metabolismo anaeróbio é o principal contribuidor energético através de dois substratos, a fosfocreatina (PCr) e o glicogénio anaeróbio, que garantem uma rápida, mas limitada, regeneração

de adenosina trifosfato (ATP)^(3, 4). Em WODS mais longos o metabolismo aeróbio exerce um efeito mais marcado, através da oxidação das reservas de energia endógenas, como o glicogénio muscular (GM) e hepático, triglicerídeos no tecido muscular e adiposo. Para além disso, a própria ingestão de HC durante o exercício físico permite a sua oxidação de modo a sustentar a AI, assim como poupar as reservas endógenas supracitadas^(4, 5). No entanto, os dois metabolismos energéticos nunca se desassociam no CF dada a sua mistura de componentes^(2, 4).

A resposta fisiológica ao treino de CF evoca uma elevada frequência cardíaca (FC) (>90% do máximo), respostas altas na escala de perceção de esforço (EPE) (7,2 a 9,8; escala 0-10)⁽²⁾ e é, também, evidente um aumento da concentração de lactato (até 18mmol/L), de marcadores de dano muscular e inflamatórios (Interleucina 6 e 10 e creatinafosfoquinase) nas 24 horas após o treino, assim como um aumento da fadiga muscular imediatamente após o WOD⁽²⁾. De facto, as causas de fadiga mais frequentes, dada a natureza de AI do CF, são a acidose muscular, depleção das reservas de GM e das de PCr, dor muscular e perceção de esforço aumentada^(2, 5). Contudo, esta resposta fisiológica ao treino é necessária e importante para desenvolver adaptações positivas ao nível da capacidade aeróbia e endurance muscular⁽²⁾.

Composição corporal

Nas competições de CF os atletas não são divididos por categoria de peso, contrariamente ao que acontece noutras modalidades como o halterofilismo, existindo categorias e escalões por idade e nível de treino, nomeadamente *scaled* (iniciante), *pro* (intermédio), *rx* (avanzado) e *elite*. Para além disso, poderão

também existir competições em individual e equipa (duplas ou quartetos). Os atletas dentro da mesma categoria realizam os eventos nas mesmas condições, repetições e carga, independentemente da sua CC. Sabe-se, *à priori*, que um atleta com menor peso corporal (PC) e massa gorda (MG) terá mais facilidade na componente de ginástica e endurance, enquanto o cenário oposto beneficiará na componente da força⁽⁶⁾. Apesar disso, na prática cada atleta tem as suas especificidades que podem não estar inteiramente relacionadas com a sua CC.

A CC parece ser um fator importante na *performance* do *Open*⁽⁷⁾ e em WODS como o *Murph*⁽⁸⁾, nomeadamente uma baixa percentagem de MG (%MG). Carreker et al., 2020 utilizou uma adaptação do *Hero WOD Murph* (1 milha de corrida, 100 elevações, 200 flexões, 300 agachamentos e 1 milha de corrida) para analisar alguns preditores da *performance* em PR (%MG média= 17,45), e encontrou uma correlação significativa entre a %MG e o tempo total do WOD ($r=0,708$), ainda que a execução dos restantes exercícios que não a corrida sejam os mais determinantes do tempo total do WOD ($r=0,88$ versus $r=0,65$)⁽⁸⁾. O trabalho de Menargues et al., 2022 é o único que fornece dados de somatório de pregas cutâneas (ΣSP) em atletas de CF (ΣSP 8 atletas femininas= 81,8mm \pm 13,4; ΣSP 8 atletas masculinos= 76,7mm \pm 32,3), calculando a %MG a partir desses valores e da equação de *Faulkner*, enquanto a massa muscular (MM) foi calculada a partir da equação de *Lee*⁽⁶⁾. Os resultados médios obtidos foram de 15,40% de %MG e de 23,14kg de MM para as atletas femininas e de 12,17% e 35,42kg para masculinos, o que permitiu aos autores concluir que os atletas de CF apresentam uma baixa %MG e uma elevada quantidade de MM⁽⁶⁾. Adicionalmente, os investigadores encontraram uma correlação positiva ($r= 0,876$) entre a quantidade de MM e a carga total dos levantamentos, independentemente do sexo⁽⁶⁾. Capistrano et al.,

2022 revelou um peso médio de 88kg nos atletas masculinos e 69,5kg nas femininas, assim como uma %MG de 8,5% e 15,9%, respectivamente, tendo sido calculada a partir de um sistema de ultrassom portátil e da equação de Jackson and Pollock⁽⁹⁾. Contudo, estes resultados não são passíveis de serem comparados devido à sua distinta metodologia. É de ressaltar que a maioria dos artigos que descrevem a CC dos atletas e PR utiliza o índice de massa corporal como medida antropométrica, que não é um parâmetro de relevância em atletas por não ter em consideração a distribuição do PC pelos vários compartimentos como a MG, MM, massa isenta de gordura (MIG) e massa óssea⁽⁶⁾, sendo a maioria dos homens classificados com excesso de peso e obesidade, e as mulheres como normoponderais e com excesso de peso^(8, 9).

Relativamente ao tipo de dieta e o respetivo impacto na CC, Ficarra et al., 2022 comparou uma dieta mediterrânica com uma dieta “*habitual*” (controlo) em atletas de CF e concluiu que, apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas entre os grupos ao nível da CC, a primeira pode ter benefícios na *performance*, nomeadamente na potência anaeróbica, resistência muscular e força explosiva⁽¹⁰⁾. Durkalec et al., 2022 comparou o efeito de 4 semanas de uma dieta omnívora com uma dieta vegana em PR relativamente à evolução de 1 repetição máxima (RM) de agachamento e peso morto, e das repetições realizadas no WOD *Fight Gone Bad*, encontrando vantagens na RM de peso morto nos participantes veganos, e uma melhoria no RM de agachamento e nas repetições realizadas nos participantes omnívoros⁽¹¹⁾. No entanto, não é possível comparar as duas dietas, uma vez que diferem na quantidade de nutrientes ingeridos, sobretudo de HC (297,7g na dieta omnívora *versus* 395,3g/dia na dieta vegana) e

de proteína, (130,1g/dia *versus* 113,7g)⁽¹¹⁾. Apesar disso, a CC parece não ser o único preditor da *performance*, uma vez que esta também parece depender de fatores como a experiência de treino e do volume de treino semanal⁽¹²⁾. Cavedon et al., 2020 conclui que, em PR, volumes de treino semanais superiores a 6 horas melhoram a CC, através da diminuição da MG e aumento da MIG⁽¹²⁾.

Deste modo, definir referências antropométricas para a CC dos atletas é um desafio, uma vez que depende do nível de treino, fase do ciclo de treino e do seu objetivo, emagrecimento ou hipertrofia, fatores estes que na esmagadora maioria dos trabalhos não são avaliados. Para além destas questões, a maioria dos estudos são feitos em PR, não permitindo a sua extrapolação para atletas⁽⁶⁾, sendo ainda a própria definição de atleta e PR ambígua.

Necessidades energéticas

O cálculo da taxa metabólica basal (TMB) pode ser feito através de calorimetria indireta (CI), porém na prática podem ser utilizadas equações preditivas que se aproximam do valor real obtido por CI, como confirma Sena et al., 2021⁽¹³⁾. Neste trabalho as equações preditivas que mais se aproximaram do valor do gasto energético (GE) em repouso obtido por CI foram a de *Harris-Benedict* (principalmente nas mulheres; 1403,4kcal *versus* 1396,9kcal obtido por CI), a da OMS (principalmente nos homens; 1884,7kcal *versus* 1878,0kcal obtido por CI) e a de *Cunningham* (1991) apesar de sobrestimar, em média, 24,0kcal⁽¹³⁾. Até ao momento este é o único estudo para esta população que avalia o GE em repouso que, ainda que não permita retirar conclusões ou validar uma equação, está em linha com as recomendações do *The American College of Sports Medicine* que recomenda as equações de *Cunningham* e *Harris-Benedict*⁽¹⁴⁾. Capistrano et

al., 2022 sugere duas formas de calcular o GE total, sendo elas utilizar o intervalo de 35 a 40kcal/kg de PC, ou calcular a TMB e adicionar o GE do exercício físico tendo estimado 340kcal por cada hora de treino⁽⁹⁾, mas dada a variabilidade de componentes que o CF agrega é necessário cuidado na interpretação destes valores.

A maioria dos estudos em PR e atletas de CF mostram que a ingestão energética (IE) é inferior ao GE total, sobretudo nas mulheres^(9, 15). Gogojewicz et al., 2020 avaliou o GE total em atletas através da monitorização da FC (Polar RS-400) e da estimativa dos limiares da FC para as diferentes atividades durante 5 dias consecutivos, e a IE a partir do registo de diários alimentares durante 3 dias, e encontrou um défice energético (DE) de 862kcal nas atletas femininas e de 563kcal nos masculinos⁽¹⁵⁾. Capistrano et al., 2022 avaliou o GE total por CI e equivalentes metabólicos de tarefa (METS) e a IE através de uma média de 21 diários alimentares de 3 dias não consecutivos em atletas, tendo revelado um DE apenas nas atletas femininas de 214kcal⁽⁹⁾, à semelhança dos resultados de Wardenaar et al., 2017 que encontrou um DE de 90kcal⁽¹⁶⁾. Assim, dos poucos trabalhos existentes, conclui-se que as atletas femininas são mais suscetíveis a estar em DE e em maior magnitude, estando em linha com trabalhos realizados noutros desportos⁽¹⁷⁾.

Concluindo, o cálculo do GE total nos diversos trabalhos foi avaliado de formas distintas, incluídos atletas e PR de diferentes níveis e os resultados não foram estratificados por objetivo (emagrecimento, hipertrofia ou otimização de *performance*). O método mais claro de colocar em prática é utilizar as equações de *Cunningham* e *Harris-Benedict* para calcular a TMB, adicionando o GE com o

exercício físico utilizando a estimativa de Capistrano et al., 2022 ou METS, e o GE das outras atividades não relacionadas com o exercício físico, como tarefas domésticas, através dos METS.

Recomendações dos macronutrientes

Proteína

As recomendações de ingestão proteica diária em praticantes de CF é de 1,6 a 2,2g/kg PC⁽²⁾, podendo ser mais elevada num processo de emagrecimento devido ao seu papel protetor na degradação proteica muscular^(2, 18). Nos 4 estudos realizados, 3 em atletas^(9, 15, 16) e 1 em PR⁽¹⁹⁾, foi descrita uma maior ingestão proteica nos primeiros (1,6 a 2,3g/kg PC *versus* 1,4 a 1,5g/kg PC). Pearson et al., 2022 concluiu que os PR têm uma ingestão proteica semelhante a indivíduos adultos fisicamente ativos e sedentários⁽¹⁹⁾. Relativamente a atletas, Gogojewicz relatou consumos de 1,6g/kg PC em ambos os sexos e encontrou uma correlação positiva ($r=0,36$) entre a percentagem do valor energético total proveniente da proteína e a quantidade de MIG em atletas masculinos⁽¹⁵⁾. Wardenaar et al., 2017 e Capistrano et al., 2022 apresentaram ingestões proteicas superiores nas atletas femininas comparativamente aos masculinos, $2,1g \pm 0,8$ *versus* $1,8g \pm 0,2$ ⁽¹⁶⁾ e $2,3g \pm 0,5$ *versus* $2,2g \pm 0,3$ ⁽⁹⁾, respetivamente. Deste modo, conclui-se que a ingestão proteica se encontra dentro do intervalo de 1,4-2,3g/kg de PC/ dia^(9, 15, 16, 19), estando em linha com a recomendação supracitada⁽²⁾.

Relativamente a estudos com intervenção da ingestão de proteína, Maroufi et al., 2021 avaliou o efeito na *performance* da ingestão de uma bebida com HC e proteína em diferentes rácios (2:2 e 3:1) 1 hora antes e imediatamente antes do WOD *Cindy* e *Fight Gone Bad*⁽²⁰⁾. Ainda que sem significância estatística, a bebida

no rácio 2:2 foi a que apresentou maior efeito positivo nas repetições realizadas nos dois WODS, tendo sido realizadas mais 18 e 22 repetições no WOD Cindy e *Fight Gone Bad*, respetivamente⁽²⁰⁾.

Deste modo, são necessários mais trabalhos que avaliem o impacto da ingestão proteica na *performance* e na CC dos atletas.

Hidratos de carbono

As recomendações de HC em praticantes de CF são de 5 a 12g/kg de PC/dia, ajustáveis consoante o volume de treino⁽²⁾. Analisando dados de ingestão de HC de atletas e PR verifica-se, em ambos os sexos, uma ingestão insuficiente face às recomendações, sendo nas atletas femininas de 2,9 a 4,5g/kg PC e nos masculinos de 2,9 a 4,4g/kg PC^(9, 15, 16, 19). Escobar et al., 2016 comparou o efeito de uma ingestão de 6-8g/kg PC/dia e de <6g/kg PC/dia (grupo controlo; 3,13-3,73g/kg/dia) durante 3 dias e concluiu que não houve diferenças significativas entre os dois grupos, tendo ambos aumentado as repetições no *WOD benchmark* Raho, $VO_{2\text{máx}}$, o rácio de troca respiratória e a concentração de lactato⁽²¹⁾. As diferenças, ainda que sem significância estatística, demonstram um aumento de 15 *versus* 6 repetições entre o grupo que consumiu mais HC e o controlo, respetivamente, sendo que será importante ter em consideração que a não obtenção destes resultados significativos pode ser consequência do seu reduzido tamanho amostral⁽²¹⁾.

Uma baixa disponibilidade de HC pode ter implicações negativas ao nível da EPE em exercícios de AI, relevante no contexto do CF⁽²²⁾, e a sua ingestão na refeição peri-treino parece melhorar a *performance* em exercícios aeróbios de

duração superior a 60 minutos, sendo a recomendação entre 1 a 4g/kg PC 1 a 4 horas antes^(14, 22). Porém, uma das situações em contexto real que carece de atenção são WODS que acontecem às 06h e 07h da manhã, sendo que muitos atletas e PR optam por treinar em jejum. Nesses casos, pode ser útil bochechar com uma solução HC (>6% HC) 5-10 segundos a cada 5-10 minutos durante o treino, de modo a diminuir a fadiga por mecanismos neurais⁽¹⁴⁾. De facto, quanto menor for o intervalo de tempo até ao início do exercício físico, menor deve ser a ingestão de proteína, gordura, fibra e o volume total da refeição para não comprometer a digestão⁽²²⁾. Esta deve ser uma recomendação em função da tolerância gastrointestinal, preferência e bem-estar do atleta.

A ingestão de HC exógenos, através de, por exemplo, bebidas desportivas e/ou géis energéticos, durante o exercício físico pode ser necessária dependendo da duração do treino, uma vez que permite uma elevada taxa de oxidação de HC, poupando as reservas endógenas, para além de diminuir a perceção de esforço ao nível do sistema nervoso central^(4, 23). Ainda assim, Rountree et al., 2017 avaliou o efeito da ingestão de uma bebida com HC (16g em 250ml) na *performance* do WOD *Fight Gone Bad* após 10 a 12 horas de jejum e não encontrou diferenças significativas⁽²⁴⁾.

Assim, pode concluir-se que o ponto chave é a otimização de forma crónica através de uma ingestão de HC diária adequada ao objetivo e volume de treino do atleta⁽²⁾.

Gordura

As recomendações de ingestão de gordura para atletas são semelhantes às de indivíduos não atletas com o objetivo de garantir o estado integral de saúde,

sendo as recomendações para atletas baseadas no seu PC, 0,5 a 1,0g/kg⁽²⁵⁾. Fontes de gordura como os frutos oleaginosos são interessantes pela sua elevada densidade energética e teor de micronutrientes como o folato, vitamina E, ferro e cálcio que parecem ser deficitários em atletas de CF, sobretudo femininas⁽¹⁵⁾.

A nível de *performance*, a gordura é um substrato energético importante em desportos de intensidade baixa-moderada e de longa duração^(3, 4), o que não é relevante no CF. Durkalec et al., 2021 relacionou a Dieta cetogénica (DC) com a capacidade aeróbia e encontrou uma diminuição de 10,4% da mesma apenas nas atletas femininas⁽²⁶⁾. A par disto, verificou um aumento do risco para distúrbios hematológicos nas atletas femininas, uma elevação da alanina aminotransferase nos masculinos e um aumento da bilirrubina em ambos os sexos, lançando a hipótese de uma DC poder sobrecarregar o fígado⁽²⁶⁾. A CF promove nos seus cursos e *website* algumas dietas, sendo as principais e mais publicitadas a dieta paleolítica e a dieta Zone[®]⁽²⁷⁻²⁹⁾, marcadas por uma restrição da ingestão de HC e uma ingestão moderada-alta de proteína e gordura, que se pode assemelhar a uma DC (~75-80% da IE provém da gordura, 15-20% da proteína e <5% de HC e/ou 20-50 g/dia)⁽³⁰⁾. O efeito de uma DC na *performance* no CF é inconclusivo⁽²⁾, havendo o trabalho de Kephart et al., 2018 desenvolvido em PR durante 3 meses onde foram avaliados parâmetros de força e de capacidade anaeróbia, 1RM de agachamento e de *power clean* seguido do máximo de flexões e 400m de corrida *outdoor* após as RM⁽³¹⁾. Não foram encontradas diferenças significativas ao nível da componente da força (1RM de agachamento) e MIG entre uma DC e uma alimentação habitual (controlo), mas o grupo da DC teve vantagem na perda de PC e MG⁽³¹⁾. Contudo, não se pode concluir que não terá impacto numa sessão de treino completa (1

hora) nem em WODS metabólicos, uma vez que não foi avaliado o seu impacto. Estes resultados estão em linha com o trabalho de Gregory et al., 2017, apesar de ser uma intervenção mais curta, 6 semanas⁽³²⁾.

Em suma, o tamanho amostral dos estudos é reduzido e não representativo e os participantes não têm o mesmo nível de treino, não sendo possível retirar conclusões.

Suplementação

Os suplementos ergogénicos surgem na tentativa de otimizar a *performance* dos atletas, atrasando a fadiga e melhorando a recuperação muscular. Ainda que exista pouca evidência científica no CF, alguns suplementos como a creatina, a cafeína, o bicarbonato de sódio (BS), a beta-alanina e os nitratos podem ser recomendados no contexto do CF pela presença de características de treino intervalado de AI e de força⁽²⁾. Os protocolos, benefícios e efeitos secundários da suplementação estão resumidos no apêndice B. A escolha e o protocolo de suplementação utilizado devem ser adaptados ao nível do atleta e periodizados consoante a proximidade a uma competição, para maximizar o equilíbrio entre o potencial de adaptação e a otimização da recuperação⁽³³⁾.

Os efeitos da suplementação com cafeína na *performance* são inconclusivos. Não foram encontradas melhorias na EPE no WOD *Cindy* com protocolos de 5 e 6mg/kg PC^(34, 35). Relativamente ao número de repetições realizadas no mesmo WOD, Stein et al., 2019 encontrou um aumento de 36 repetições com uma suplementação de 5mg/kg PC⁽³⁶⁾, mas os mesmos investigadores em 2020, utilizando a mesma metodologia, não encontraram diferenças significativas⁽³⁷⁾. Para além disso, em contexto de treino (componente

de força, ginástica e WOD) não houve diferenças significativas na *performance*⁽³⁴⁾. Importa realçar que as doses da suplementação devem ser experimentadas previamente em contexto de treino e fracionadas de modo a não prejudicar o sono^(2, 38, 39).

A suplementação com BS parece ter efeito positivo na *performance*. Martin et al., 2023 utilizou uma dose de 0,3g de BS/kg PC sob a forma de cápsulas em atletas femininas de CF, encontrando melhorias no tempo do teste de 2 quilómetros de remo em 2,24% (7,7 segundos), mesmo em situações que a concentração sanguínea de bicarbonato não se alterou⁽⁴⁰⁾. Ziyaiyan et al. 2023 encontrou melhorias com a co-suplementação de BS (0,3g/kg PC durante 3 dias antes do WOD *Cindy*) e de cafeína (6mg/kg PC) ao nível da EPE⁽³⁵⁾, estando em linha com a *International Society of Sports Nutrition* que sugere benefícios adicionais na *performance* com a sua co-suplementação⁽⁴¹⁾.

Relativamente a efeitos na *performance* com a suplementação de nitratos, Garnacho-Castaño et al., 2020 encontrou efeitos positivos em PR com a toma aguda de 140mL de sumo de beterraba (~12,8mmol) no aumento de 1 a 3 repetições de um WOD em condições aeróbias⁽⁴²⁾. Kramer et al., 2016 avaliou o efeito da suplementação de 4mmol/dia de nitrato de potássio durante 6 dias em atletas e encontrou melhorias na potência (teste de *Wingate*), mas não na *performance* que foi avaliada através do WOD *Grace*⁽⁴³⁾. Porém, não é possível relacionar os dois trabalhos, uma vez que a fonte de nitratos e o protocolo utilizado foram diferentes.

De forma geral, e uma vez que não existe evidência robusta do efeito positivo da maioria dos suplementos ergogénicos na *performance* do CF, a sua

recomendação pode ser baseada nas características da modalidade. Para além disso, os suplementos e os respetivos protocolos utilizados devem ter em consideração o nível e o contexto do atleta.

Discussão e análise crítica

A presente revisão temática teve como objetivo sistematizar a evidência científica ao nível de recomendações nutricionais e de suplementação no CF. De facto, a literatura científica é limitada e não permite grandes conclusões devido à população estudada nos vários trabalhos variar entre PR e atletas, em que mesmo dentro destas duas categorias os critérios de inclusão são ambíguos. Para além disso, a heterogeneidade de metodologias em cada tópico abordado no presente documento não permite comparações nem resultados robustos.

É inquestionável o papel fundamental da Nutrição na *performance* dos atletas, no entanto, até ao momento não existem recomendações nutricionais sólidas, sendo a melhor abordagem a adaptação da limitada evidência científica para o contexto individual do atleta, considerando as suas NE, o volume e fase do ciclo de treino, rotina e preferências.

Conclusões

O CF é uma modalidade composta onde são vários os fatores que culminam numa boa *performance*. A evidência científica sugere algumas linhas de orientação ao nível da CC, cálculo das NE e de macronutrientes e de protocolo de suplementação. Desta forma, as recomendações nutricionais e de suplementação devem ser adaptadas ao contexto do atleta, nomeadamente ao objetivo, a fase

do ciclo de treino e à proximidade de eventos competitivos, assim como respeitar a sua rotina e preferências. Neste sentido são necessários mais trabalhos, e de melhor qualidade, em atletas de CF que permitam recomendações robustas e que avaliem o seu respetivo impacto na *performance* e recuperação.

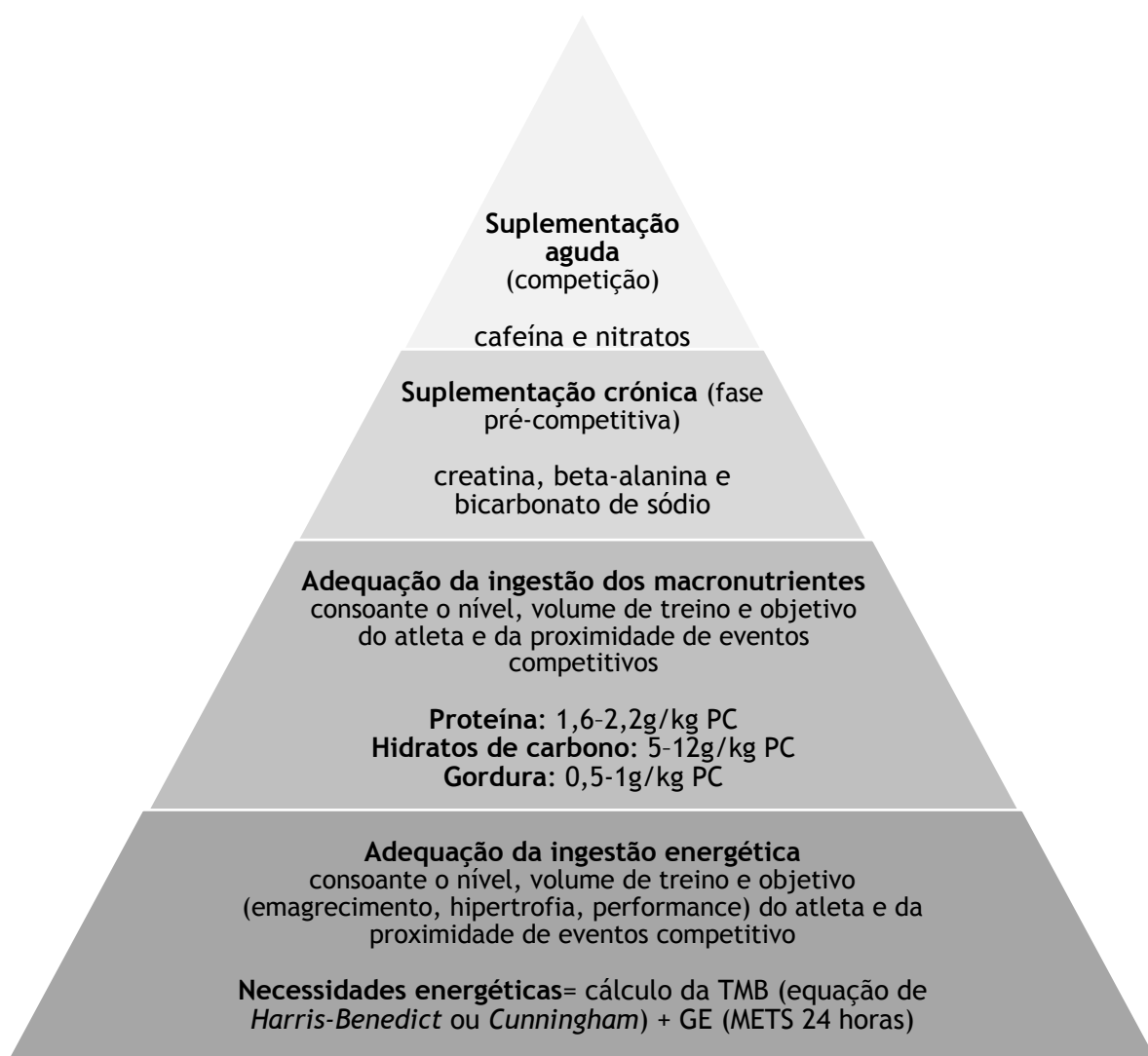


Figura 1- Esquema resumo das estratégias nutricionais abordadas.

Referências

1. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, Souza HS, Miranda RC, Mezêncio B, et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis [Review]. *Sports Medicine - Open*. 2018; 4(1)
2. de Souza RAS, da Silva AG, de Souza MF, Souza LKF, Roschel H, da Silva SF, et al. A Systematic Review of CrossFit® Workouts and Dietary and Supplementation Interventions to Guide Nutritional Strategies and Future Research in CrossFit®. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2021; 31(2):187-205.
3. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nat Metab*. 2020; 2(9):817-28.
4. Louise Burke VD. *Clinical Sports Nutrition*. Jane Roy; 2015.
5. Burke LM. Nutritional approaches to counter performance constraints in high-level sports competition. *Exp Physiol*. 2021; 106(12):2304-23.
6. Menargues-Ramírez R, Sospedra I, Holway F, Hurtado-Sánchez JA, Martínez-Sanz JM. Evaluation of Body Composition in CrossFit(®) Athletes and the Relation with Their Results in Official Training. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(17)
7. Mangine GT, Tankersley JE, McDougale JM, Velazquez N, Roberts MD, Esmat TA, et al. Predictors of CrossFit Open Performance [Article]. *Sports*. 2020; 8(7)
8. Carreker JD, Grosicki GJ. Physiological Predictors of Performance on the CrossFit “Murph” Challenge [Article]. *Sports*. 2020; 8(7)
9. Capistrano Jr VLM, Gonçalves YT, Costa EE, Caetano ML, Naves A, Cordeiro B, et al. Nutrient Intake and Body Composition in CrossFit® Athletes: a Cross-sectional Study [Article]. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*. 2022; 10(4):55-63.
10. Ficarra S, Di Raimondo D, Navarra GA, Izadi M, Amato A, Macaluso FP, et al. Effects of Mediterranean Diet Combined with CrossFit Training on Trained Adults’ Performance and Body Composition [Article]. *Journal of Personalized Medicine*. 2022; 12(8)
11. Durkalec-Michalski K, Domagalski A, Główska N, Kamińska J, Szymczak D, Podgórski T. Effect of a Four-Week Vegan Diet on Performance, Training Efficiency and Blood Biochemical Indices in CrossFit-Trained Participants. *Nutrients*. 2022; 14(4)
12. Cavedon V, Milanese C, Marchi A, Zancanaro C. Different amount of training affects body composition and performance in High-Intensity Functional Training participants. *PLoS One*. 2020; 15(8):e0237887.
13. Sena MS, De Souza MLR, Matos Capistrano VL. Resting energy expenditure in crossfit® participants: Predictive equations versus indirect calorimetry [Article]. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*. 2021; 9(2):7-13.
14. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet*. 2016; 116(3):501-28.
15. Gogojewicz A, Śliwicka E, Durkalec-Michalski K. Assessment of Dietary Intake and Nutritional Status in CrossFit-Trained Individuals: A Descriptive Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(13)
16. Wardenaar F, Brinkmans N, Ceelen I, Van Rooij B, Mensink M, Witkamp R, et al. Macronutrient Intakes in 553 Dutch Elite and Sub-Elite Endurance, Team, and Strength Athletes: Does Intake Differ between Sport Disciplines? *Nutrients*. 2017; 9(2)

17. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med*. 2014; 48(7):491-7.
18. Hector AJ, Phillips SM. Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018; 28(2):170-77.
19. Pearson RC, Jenkins NT. Dietary Intake of Adults Who Participate in CrossFit(®) Exercise Regimens. *Sports (Basel)*. 2022; 10(3)
20. Maroufi K, Razavi R, Gaeini AA, Nourshahi M. The effects of acute consumption of carbohydrate-protein supplement in varied ratios on CrossFit athletes' performance in two CrossFit exercises: a randomized cross-over trial. *J Sports Med Phys Fitness*. 2021; 61(10):1362-68.
21. Escobar KA, Morales J, Vandusseldorp TA. The Effect of a Moderately Low and High Carbohydrate Intake on Crossfit Performance. *Int J Exerc Sci*. 2016; 9(3):460-70.
22. Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. What Should I Eat before Exercise? Pre-Exercise Nutrition and the Response to Endurance Exercise: Current Prospective and Future Directions. *Nutrients*. 2020; 12(11)
23. Malone JJ, Hulton AT, MacLaren DPM. Exogenous carbohydrate and regulation of muscle carbohydrate utilisation during exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2021; 121(5):1255-69.
24. Rountree JA, Krings BM, Peterson TJ, Thigpen AG, McAllister MJ, Holmes ME, et al. Efficacy of Carbohydrate Ingestion on CrossFit Exercise Performance. *Sports (Basel)*. 2017; 5(3)
25. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018; 15(1):38.
26. Durkalec-Michalski K, Nowaczyk PM, Główska N, Ziobrowska A, Podgórski T. Is a Four-Week Ketogenic Diet an Effective Nutritional Strategy in CrossFit-Trained Female and Male Athletes? *Nutrients*. 2021; 13(3)
27. Maxwell C, Ruth K, Friesen C. Sports Nutrition Knowledge, Perceptions, Resources, and Advice Given by Certified CrossFit Trainers. *Sports (Basel)*. 2017; 5(2)
28. Brisebois M, Kramer S, Lindsay KG, Wu CT, Kamla J. Dietary practices and supplement use among CrossFit® participants. *J Int Soc Sports Nutr*. 2022; 19(1):316-35.
29. Pitt CE. Cutting through the Paleo hype: The evidence for the Palaeolithic diet. *Aust Fam Physician*. 2016; 45(1):35-8.
30. Vitti S, Miele E, Bruneau ML, Christoph L. The Effects of a Six-Week Ketogenic Diet on CrossFit Performance Parameters: A Pilot Study [Article]. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*. 2022; 10(2):25-33.
31. Kephart WC, Pledge CD, Roberson PA, Mumford PW, Romero MA, Mobley CB, et al. The Three-Month Effects of a Ketogenic Diet on Body Composition, Blood Parameters, and Performance Metrics in CrossFit Trainees: A Pilot Study. *Sports (Basel)*. 2018; 6(1)
32. Gregory R. A low-carbohydrate ketogenic diet combined with six weeks of crossfit training improves body composition and performance. James Madison University; 2016.

33. Bongiovanni T, Genovesi F, Nemmer M, Carling C, Alberti G, Howatson G. Nutritional interventions for reducing the signs and symptoms of exercise-induced muscle damage and accelerate recovery in athletes: current knowledge, practical application and future perspectives. *Eur J Appl Physiol.* 2020; 120(9):1965-96.
34. Fogaça LJ, Santos SL, Soares RC, Gentil P, Naves JP, Dos Santos WD, et al. Effect of caffeine supplementation on exercise performance, power, markers of muscle damage, and perceived exertion in trained CrossFit men: a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial. *J Sports Med Phys Fitness.* 2020; 60(2):181-88.
35. Ziyaiyan A, Shabkhiz F, Hofmeister M. Supplementation of caffeine and sodium bicarbonate together could not improve performance and performance-related factors in CrossFit participants: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2023; 20(1):2206390.
36. Stein JA, Ramirez M, Heinrich KM. The Effects of Acute Caffeine Supplementation on Performance in Trained CrossFit Athletes. *Sports (Basel).* 2019; 7(4)
37. Stein JA, Ramirez M, Heinrich KM. Acute Caffeine Supplementation Does Not Improve Performance in Trained CrossFit(®) Athletes. *Sports (Basel).* 2020; 8(4)
38. Blanchard J, Sawers SJ. The absolute bioavailability of caffeine in man. *Eur J Clin Pharmacol.* 1983; 24(1):93-8.
39. Pierry AA. Wake up and smell the coffee. *Bmj.* 2012; 344:e2576.
40. Martin R, Hilton NP, Sparks SA, Saunders B, McNaughton LR. The effects of enteric-coated sodium bicarbonate supplementation on 2 km rowing performance in female CrossFit® athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2023; 123(6):1191-98.
41. Grgic J, Pedisic Z, Saunders B, Artioli GG, Schoenfeld BJ, McKenna MJ, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2021; 18(1):61.
42. Garnacho-Castaño MV, Palau-Salvà G, Serra-Payà N, Ruiz-Hermosel M, Berbell M, Viñals X, et al. Understanding the effects of beetroot juice intake on CrossFit performance by assessing hormonal, metabolic and mechanical response: a randomized, double-blind, crossover design. *J Int Soc Sports Nutr.* 2020; 17(1):56.
43. 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; 13:39.
44. Forbes SC, Candow DG, Smith-Ryan AE, Hirsch KR, Roberts MD, VanDusseldorp TA, et al. Supplements and Nutritional Interventions to Augment High-Intensity Interval Training Physiological and Performance Adaptations-A Narrative Review. *Nutrients.* 2020; 12(2)
45. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017; 14:18.
46. Guest NS, VanDusseldorp TA, Nelson MT, Grgic J, Schoenfeld BJ, Jenkins NDM, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2021; 18(1):1.
47. Jones AM, Thompson C, Wylie LJ, Vanhatalo A. Dietary Nitrate and Physical Performance. *Annu Rev Nutr.* 2018; 38:303-28.

Apêndices

Índice de apêndices

Apêndice A - Termos de pesquisa utilizados nos diversos temas abordados e os resultados incluídos.	20
Apêndice B - Tabela resumo dos suplementos e dos respectivos benefícios, protocolos de suplementação e efeitos secundários.	21

Apêndice A - Termos de pesquisa utilizados nos diversos temas abordados e os resultados incluídos.

Tema	Termos de pesquisa	Resultados da pesquisa (resultados após exclusão de duplicados e leitura integral)
Necessidades fisiológicas	("CrossFit" OR "High-intensity functional training") AND ("physiology" OR "metabolism" OR "physiological")	N=156 (2 (+1 livro+ 2 artigos referenciados))
Composição corporal	("CrossFit" OR "High-intensity functional training") AND "body composition"	N=51 (7)
Necessidades energéticas	("CrossFit" OR "High-intensity functional training") AND ("nutrition" OR "diet" OR "energy expenditure" OR "energy requirements" OR "nutritional requirements")	N=66 (2 (+3 artigos referenciados))
Recomendações de proteína	("CrossFit" OR "High-intensity functional training") AND ("nutrition" OR "diet" OR "protein intake" OR "protein requirements") AND "performance"	N=32 (2 (+1 artigo referenciado))
Recomendações de hidratos de carbono	("CrossFit" OR "High-intensity functional training") AND ("nutrition" OR "diet") AND ("carbohydrate intake" OR "carbohydrate requirements" OR "carbohydrate availability" AND "performance"	N=93 (3 (+1 artigo referenciado))
Recomendações de gordura	("CrossFit" OR "High-intensity functional training") AND ("fat intake" OR "paleo" OR "ketogenic")	N=11 (6 (+2 artigos referenciados))
Suplementação	("CrossFit" OR "High-intensity functional training") AND ("supplement" OR "supplementation") AND ("performance" OR "recovery")	N=21 (8 (+7 artigos referenciados))

Apêndice B - Tabela resumo dos suplementos e dos respectivos benefícios, protocolos de suplementação e efeitos secundários.

MM - massa muscular; GM - glicogénio muscular; PC - peso corporal; HC - hidratos de carbono; FC - frequência cardíaca; AI - alta intensidade.

Suplemento	Benefícios	Protocolo de suplementação	Timing da suplementação	Efeitos secundários
Creatina (2, 25, 44, 45)	<p>↑ capacidade anaeróbia e aeróbia, MM, força muscular, síntese de GM, recuperação muscular, adaptações ao treino</p> <p>↓ catabolismo muscular, risco de lesão</p>	<p>Agudo: 20g (ou -0,3g/PC) diárias distribuídas em 4/5 doses durante 5-7 dias, seguidos de fase de manutenção</p> <p>Crónico/ manutenção: 3 a 5g diárias ou 0,1g/kg PC/dia</p>	<p>Protocolo crónico: fase de treino, pré-competição e competição</p> <p>Protocolo agudo: fase pré-competição e competição (-1 semana antes aliado a protocolo de <i>carb-loading</i>)</p> <p>Maior retenção quando ingerida com HC e/ou com proteína, perto da hora de treino</p>	Não foram observados efeitos secundários para o protocolo de suplementação mencionado em indivíduos saudáveis.
Cafeína (2, 25, 44, 46)	<p>↑ endurance, força, endurance muscular, potência, impulsão e velocidade</p>	<p>Agudo: 3 a 6mg/kg PC 45 a 60 minutos antes do início do exercício físico</p>	<p>Protocolo agudo: dia de competição e/ou treino importante</p>	<p>↑ FC e risco de distúrbios gastrointestinais e ansiedade (em doses >6mg/kg PC)</p>
Bicarbonato de sódio (2, 25, 41, 44)	<p>↑ potência, capacidade anaeróbia, performance de endurance e intermitentes de AI</p>	<p>Agudo: 0,2 a 0,3 g/kg PC 1,5 a 3 horas antes do exercício físico</p> <p>Crónico: 0,4 a 0,5g/kg PC 5 dias antes da prova</p>	<p>Protocolo crónico: fase pré-competição</p>	<p>↑ distúrbios gastrointestinais</p> <p>Atenuados com um protocolo crónico, ingestão de doses mais pequenas, longe do treino, juntamente com uma refeição rica em HC e/ou na forma de cápsula.</p>
Beta-alanina (2, 25, 44)	<p>↑ limiar da fadiga neuromuscular, capacidade de sustentar exercícios de AI</p> <p>↓ sensação de fadiga</p>	<p>Agudo: 3,2-6,4g/dia repartidas em várias porções pequenas durante 4 a 24 semanas</p>	<p>Protocolo crónico: fase pré-competição</p>	<p>Parestesias, formigues e um possível aumento da alanina aminotransferase.</p>
Nitratos (2, 44, 47)	<p>↑ biogénese mitocondrial, capacidade de sustentar exercícios de AI</p>	<p>Agudo: 5 a 25mmol (-300 a 1500mg de nitratos) 2 a 3,5 horas antes do início do treino/ prova</p>	<p>Protocolo agudo: dia de competição e/ou treino importante</p>	<p>Alteração da cor da urina e das fezes para um tom rosado.</p>

