

Uso da Beta-Alanina na Prática Desportiva: uma revisão da evidência

Beta-Alanine in Sports: a review of the evidence

Solange Pavão Neves

ORIENTADO POR: Mestre Helena Barbosa Trigueiro da Rocha
COORIENTADO POR: Dr. João Pedro Miranda Campos

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, 2020



Resumo

O uso de suplementos alimentares é uma prática comum entre atletas de elite e atletas amadores. Entre as razões reportadas para o seu uso, a melhoria da performance e a redução da fadiga muscular são as mais comuns. Apesar de nem todos os suplementos mostrarem provas da sua eficácia e segurança, a Beta-alanina parece ser um dos suplementos alimentares com evidência científica robusta dos seus benefícios na prática desportiva.

A utilização de beta-alanina como um auxiliar ergogénico tem sido frequentemente descrita devido à sua capacidade em aumentar o conteúdo de carnosina intramuscular. Níveis elevados de carnosina muscular têm sido associados a uma melhoria na performance desportiva e diminuição da fadiga.

Verifica-se evidência científica dos benefícios da suplementação com Beta-Alanina durante a prática de exercício de alta intensidade e de curta duração, nomeadamente entre 0,5-10 minutos, no entanto parece não haver um impacto tão pronunciado em exercícios de duração mais prolongada ou com duração inferior a 0,5 minutos.

Deste modo, a presente revisão teve como objetivo rever e analisar criticamente a literatura sobre efeitos da suplementação de beta-alanina na prática desportiva, nomeadamente na redução da fadiga muscular e melhoria da performance.

Palavras-Chave: beta-alanina; desporto; performance; fadiga; nutrição;

Abstract

The use of nutritional supplements is a common practice among both elite and recreational athletes. The most common reasons reported to justify nutritional supplements use are reducing muscle fatigue and improving performance. Although not all supplements show evidence of their effectiveness and safety, Beta-Alanine appears to be one of the nutritional supplements with robust scientific evidence of its benefits in sports.

The use of beta-alanine as an ergogenic aid has been frequently reported due to its ability to increase the content of intramuscular carnosine. High levels of muscle carnosine have been associated with an improvement in sports performance and decreased fatigue.

There is scientific evidence of the benefits of Beta-Alanine supplementation during high intensity and short duration exercise, namely between 0,5-10 minutes. However, there seems to be no such impact on longer duration exercises or exercises lasting less than 0,5 minutes.

Therefore, the present review aimed to review and critically analyze the literature on the effects of beta-alanine supplementation in sports, namely in reducing muscle fatigue and improving performance.

Keywords: beta-alanine; sports; performance; fatigue; nutrition;

Lista de abreviaturas

BA - Beta-alanina

BS - Bicarbonato de sódio

Carn - Carnosina

IOC - Comité Olímpico Internacional

ISSN - *International Society of Sports Nutrition*

PL - Placebo

SA - Suplementos Alimentares

TE - Tempo até à exaustão

$W_{\text{máx.}}$ - Potência máxima

YoYo IR1 - *Yo-Yo Intermittente Recovery Test Level 1*

YoYo IR2 - *Yo-Yo Intermittente Recovery Test Level 2*

Sumário

Resumo	i
Abstract	ii
Lista de abreviaturas	iii
Sumário	iv
1. Introdução.....	1
2. Metodologia	3
3. Beta-Alanina: natureza metabólica e fisiológica	4
4. Beta-alanina na prática desportiva.....	6
4.1 Beta-alanina nas modalidades individuais	6
4.2 Beta- Alanina nas Modalidades Coletivas	9
5. Co-ingestão de Beta-Alanina com Bicarbonato de Sódio	10
6. Efeitos adversos da suplementação com Beta-Alanina	12
7. Análise crítica	13
8. Conclusões	15
9. Referências	16

1. Introdução

À medida que o desempenho desportivo se torna mais exigente, e o nível competitivo do atleta aumenta, a qualidade e a adequação da alimentação assume uma posição de relevo determinante, pelo potencial de melhoria do rendimento desportivo que lhe está intrinsecamente associado⁽¹⁾. Reconhecendo que há necessidades energéticas e nutricionais que se tornam difíceis de suprir convenientemente até por via da adoção do mais equilibrado e rico padrão alimentar, muitos atletas encontram nos suplementos alimentares um contributo complementar à alimentação, quando esta é insuficiente para atender às demandas do exercício⁽²⁾. É sabido que a utilização de suplementos alimentares entre os desportistas é uma prática muito mais comum do que na população em geral⁽³⁾. A prevalência do uso de suplementos alimentares em atletas é muito variável, sendo às vezes reportada entre intervalos de 37% a 89%, com maior frequência entre os atletas de elite e os atletas mais velhos⁽⁴⁾. De acordo com a metanálise de Knapik *et al.*⁽⁵⁾ a prevalência do uso de SA em atletas foi de cerca de 60%. Noutro estudo realizado em atletas de elite e sub-elite Holandeses, 97,2% dos inquiridos reportou ter utilizado pelo menos um SA durante a sua carreira desportiva e 84,7% indicou ter utilizado SA nas 4 semanas anteriores ao inquérito⁽⁶⁾. Na Dinamarca 92,6% dos atletas de elite do sexo feminino e 85% do sexo masculino indicaram usar SA⁽⁷⁾, enquanto que em Espanha a prevalência foi de 64%⁽⁸⁾.

Segundo o último inquérito nacional, 26,6% da população portuguesa em geral utilizou NS nos últimos 12 meses, com maior utilização nas mulheres, adultos

e idosos⁽⁹⁾. Num estudo realizado com atletas portugueses, no ano de 2008, verificou-se que 66% dos atletas federados em 13 modalidades utilizava pelo menos um suplemento, com uma mediana de 4 suplementos diferentes por atleta⁽³⁾. As principais razões reportadas para a sua utilização foram: o desejo de melhorar a performance desportiva, acelerar a recuperação, reduzir a fadiga, e aumentar a energia⁽³⁾.

De entre as centenas de suplementos existentes no mercado, poucos são os suportados por forte evidência científica com efeitos positivos no rendimento desportivo⁽¹⁰⁾. A Beta-Alanina (BA) é um SA utilizado com o objetivo de retardar a fadiga muscular e melhorar o desempenho durante a prática desportiva⁽¹¹⁾.

A evidência sugere que a acidose intramuscular é uma das principais causas da fadiga em exercícios de alta intensidade. A fadiga muscular pode ser definida como a incapacidade do músculo em manter uma determinada tensão ou de manter o exercício físico a uma dada intensidade⁽¹²⁾. A BA em combinação com a L-Histidina formam o dipetídeo Carnosina (Carn), cuja sua principal função é a de regulação do pH intracelular. A elevação dos níveis de Carn muscular tem sido associada a um aumento da capacidade de tamponamento intracelular atrasando assim a fadiga e, conseqüentemente, melhorando a performance do atleta em exercícios de alta intensidade⁽¹³⁾.

O primeiro estudo que propôs a BA como um SA ergogénico (com capacidade de melhorar a performance) foi o de *Hill et al.*⁽¹⁴⁾ quando suplementaram 25 homens ativos com 6,4 g de BA por dia durante 10 semanas, e verificaram que, para além do aumento do conteúdo de Carnosina (Carn) muscular, houve uma melhoria do desempenho num teste de resistência.

A BA está classificada como um suplemento do Grupo A no Programa de Suplementos Desportivos do Instituto Australiano do Desporto, uma vez que ficou demonstrado que melhora o desempenho dos exercícios com duração entre 0,5 e 10 minutos⁽¹³⁾. Na mais recente tomada de posição acerca da BA, a Sociedade Internacional de Nutrição Desportiva (ISSN) afirma que existe evidência de que a suplementação com BA melhora o desempenho em exercícios com duração entre 1 a 4 minutos⁽¹⁵⁾. Segundo o Comité Olímpico Internacional existe um impacto pequeno, mas significativo (0,2%-3%) na performance em exercícios de carácter quer intermitente quer contínuo, com duração entre 30 segundos e 10 minutos⁽¹⁶⁾. Um estudo de 2019, com objetivo de aferir o consumo de suplementos alimentares entre atletas Portugueses de CrossFit, verificou que a BA é um dos 10 suplementos mais consumidos pelos atletas, sendo que 14,52% reportaram usá-la⁽¹⁷⁾. Outro estudo investigou a prevalência do uso de SA em ginásios e verificou que cerca de 8,1% dos inquiridos utilizavam a BA⁽¹⁸⁾.

É objetivo desta monografia fazer uma revisão da literatura existente até à data sobre o uso da BA na prática desportiva e o seu eventual interesse no aumento do rendimento desportivo.

2. Metodologia

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados científicas *PubMed* e *Scopus* para identificar estudos que investigassem a associação entre a suplementação com BA na prática desportiva e a melhoria do rendimento

desportivo. Na pesquisa, foi utilizada uma combinação dos seguintes termos: “beta-alanina”, “nutrição”, “desporto”, “fadiga”, “*performance*”. Por último, foram selecionados, analisados e incluídos apenas estudos em humanos saudáveis, preferencialmente em atletas.

3. Beta-Alanina: natureza metabólica e fisiológica

A BA é um aminoácido não essencial, uma vez que é sintetizado em pequenas quantidades no fígado, podendo também ser obtido através da dieta, pelo consumo de alimentos de origem animal como carnes vermelhas, peixe e frango⁽¹⁹⁾. A sua síntese endógena dá-se ao nível dos hepatócitos, sendo um metabolito final da degradação da Timina, Citosina e Uracilo⁽²⁰⁾. Uma vez produzida no fígado, a BA é absorvida por vários tecidos, incluindo o músculo esquelético⁽¹²⁾. Esta absorção pode ser afetada por outros componentes com estruturas similares à BA (como a glicina, taurina, ácido gama-aminobutírico) por competirem pelo mesmo transportador⁽²⁰⁾. No entanto, a síntese endógena de BA é um processo muito lento e a disponibilidade dos seus precursores é limitada⁽²¹⁾. Sendo a taxa de produção endógena de BA muito baixa, esta via não constitui uma fonte significativa de BA para os tecidos⁽²²⁾.

A disponibilidade de BA é principalmente influenciada pela alimentação. Uma alimentação omnívora típica fornece entre ~300 a 550 mg-d-1, enquanto que uma dieta vegetariana praticamente não fornece BA. Nos vegetarianos, a Carn muscular é limitada pela síntese hepática de BA, enquanto nos omnívoros esta é aumentada pelo consumo de alimentos de origem animal, naturalmente ricos em Carn, resultando em níveis musculares duas ou mais vezes superiores⁽²³⁾.

Verificou-se que a ingestão de 200 g de peito de frango ou 150 g de peito de peru aumentam a disponibilidade plasmática de BA equivalente a 800 mg de BA na forma de suplemento. Se tivermos em conta que a dose reportada como tendo um efeito positivo no aumento de Carn muscular é de 1,6 a 6,4 g⁽²⁴⁾, isso significa que seria necessário um consumo de 400 a 1600 g de peito de frango ou 300 g a 1200 g de peito de peru por dia para atingir essas doses⁽²¹⁾. A suplementação com BA parece ser a forma mais eficaz para aumentar o conteúdo de Carn muscular⁽²¹⁾. A Carn é endogenamente sintetizada a partir da BA e a histidina, numa reação dependente de ATP, catalizada pela enzima Carn sintetase⁽²⁰⁾. A Carn tem um papel fundamental na manutenção do equilíbrio acido-base intracelular, sendo uma das primeiras linhas de defesa contra a acumulação de iões H⁺, um subproduto resultante da acumulação de lactato ocorrida na presença de atividade física intensa⁽²⁴⁾.

Vários estudos têm demonstrado que a suplementação com BA tem sido consistente na elevação dos níveis de Carn muscular, levando a melhorias na performance em exercícios de alta intensidade e/ou na qualidade do treino em atletas de força e potência⁽¹³⁾. A suplementação de 4 a 6 g/dia de BA, durante 4 semanas, resultou num aumento da Carn intracelular em 64%, sendo que se este protocolo for prolongado para 10 semanas o aumento pode ser superior a 80%⁽²⁵⁾. Um estudo recente conduzido por Saunders *et al* mostrou que a duração média para indivíduos ativos atingirem o pico de concentração de Carn intracelular foi de 18 semanas, com doses diárias de 6,4 g, podendo representar um aumento de cerca de 119,2%⁽²⁶⁾.

Há uma grande variabilidade individual na resposta à suplementação, que depende do conteúdo inicial de Carn e da composição das fibras musculares⁽¹⁵⁾. Atletas envolvidos em treinos de resistência ou de alta intensidade são os que já possuem os níveis mais aumentados⁽¹⁵⁾. No entanto, a suplementação mostra-se na mesma eficaz no aumento dos níveis de Carn, tanto em indivíduos treinados como em não treinados, apesar do efeito em indivíduos treinados ser menor⁽¹³⁾. Para aumentar a eficácia, aconselha-se a coingestão com uma refeição⁽²⁷⁾.

A suplementação diretamente com Carn é ineficaz uma vez que as células são muito pouco permeáveis à passagem de Carn e para além disso a enzima carnosinase, presente no sangue, fígado e no sistema digestivo, catalisa a reação de hidrólise de Carn em BA e L-histidina, limitando a sua absorção. No entanto, os dois substratos necessários à síntese de Carn são transportados com alguma facilidade para a célula⁽²⁰⁾.

4. Beta-alanina na prática desportiva

4.1 Beta-alanina nas modalidades individuais

Com o intuito de investigar o efeito da suplementação da BA na prática desportiva, o ciclismo é atualmente a modalidade com mais estudos realizados. Num estudo liderado por Van Thienen *et al*, avaliaram o efeito de 8 semanas de suplementação com BA numa prova simulada de ciclismo, com a duração de 110 minutos, e o desempenho num sprint de 30 segundos no final da prova. Durante a prova de endurance o resultado foi similar entre o grupo que recebeu a suplementação e o grupo placebo, no entanto, o grupo que suplementou melhorou significativamente o desempenho do sprint no final da prova (+11,3%)⁽²⁸⁾. Provas

de duração prolongada (1 hora)⁽²⁹⁾ ou de longa distância (10 km)^(30, 31) parecem não beneficiar do uso do suplemento, no entanto, os mesmos autores verificaram melhorias na performance em provas mais curtas, nomeadamente num teste contrarrelógio de 4 km^(30, 31).

Um estudo realizado com 18 homens corredores de clubes recreativos, evidenciou uma melhoria de 2,5% no desempenho, numa corrida de 800 m, após 28 dias de suplementação (80 mg/kg de peso corporal)⁽³²⁾. Por outro lado, Derave *et al.*⁽³³⁾ não verificaram melhorias na performance na corrida de 400 m, quando estudaram o efeito da suplementação com BA em 15 atletas de *sprint* bem treinados.

Nas distâncias de 100 e 200 metros de natação, onde existe uma grande produção de lactato e contribuição do sistema anaeróbio láctico, a suplementação com BA parece ter um efeito positivo do melhoramento da performance. Num estudo realizado por Salles Painelli *et al.*, demonstraram que a suplementação com BA melhorou o desempenho nos 100 e 200 metros de natação, evidenciando uma melhoria de 1,4% após 4 semanas e 2,1% após 5 semanas no grupo que suplementou⁽³⁴⁾.

Dois estudos^(35, 36) realizados com atletas de remo bem treinados avaliaram o uso da BA na desempenho num teste de 2,000 metros num ergómetro. Baguet *et al.*⁽³⁶⁾ forneceram 5 g de BA por dia durante 7 semanas a atletas bem treinados. Durante o desempenho de remo de 2.000 m com duração aproximada de 5 a 8 min., os atletas que suplementaram com BA foram 4,3 s mais rápidos comparativamente aos seus tempos antes da suplementação, enquanto que não se verificou qualquer alteração nos atletas do grupo placebo. Noutro estudo,

também com atletas bem treinados, os resultados foram inconclusivos⁽³⁷⁾. Num estudo realizado com 17 atletas remadores de kayak, o grupo que suplementou com 5,8 g por dia de BA durante 8 semanas, não evidenciou melhorias na performance numa prova contra relógio de 1000 metros num ergómetro, comparado com o grupo que não suplementou⁽³⁸⁾.

Um estudo conduzido por Donovan *et al.* foi realizado com 16 atletas de boxe amadores, com o objetivo de verificar se a suplementação com BA teria um efeito no aumento da potência do soco e da frequência durante um teste simulado. Após 4 semanas de suplementação com doses de 6 g por dia (1,5 g 4x por dia), o grupo que suplementou obteve uma melhoria na performance do soco e aumentou a frequência de socos durante o teste⁽³⁹⁾. Outro estudo, também realizado em desportos de combate, mas com atletas de judo bem treinados, mostrou melhorias no desempenho (+8,9%) num teste SJFT (Special Judo Fitness Test, após 4 semanas de suplementação com 4,8 g por dia⁽⁴⁰⁾.

Exercícios de longa distância e de duração mais prolongada (superior a 10 minutos) parecem não beneficiar da suplementação com BA, uma vez que o metabolismo energético neste tipo de exercícios é principalmente oxidativo. Por outro lado, verifica-se uma melhoria do desempenho dos atletas após a suplementação com BA, em provas de duração mais curtas e de elevada intensidade, como por exemplo, nos 100 m e 200 m de natação, ou 2000 metros de remo. Em modalidades de combate, onde existem vários momentos de alta intensidade, o uso da BA também parece ser uma boa estratégia para melhorar a o desempenho.

4.2 Beta- Alanina nas Modalidades Coletivas

Em geral, os desportos coletivos contemplam vários momentos de alta intensidade durante um jogo⁽⁴¹⁾, o que pode levar a um aumento da acidose muscular em vários momentos do jogo. Quatro estudos⁽⁴²⁻⁴⁵⁾ avaliaram o efeito da suplementação com BA em atletas de pólo aquático. Verificaram que no grupo suplementado houve um aumento do número total de sprints durante o jogo, um aumento da distância percorrida, um aumento da velocidade da bola durante o arremesso e uma melhoria na performance durante 200 m percorridos no estilo de *crawl*. Os autores concluíram que a suplementação com BA parece ser uma estratégia eficaz para melhorar a performance em atletas de pólo aquático.

Hoffman *et al* orientaram um estudo com jogadores de futebol universitários onde suplementaram com 4,5 g de BA durante 30 dias, e verificaram uma tendência de diminuição na taxa de fadiga, assim como maiores volumes de treino e menor percepção individual de fadiga⁽⁴⁶⁾. Um outro trabalho também com jogadores de futebol amadores, evidenciou melhorias de 34,3% num teste de resistência. Rosas *et al* conduziram um estudo com jogadoras amadoras de futebol feminino, onde também verificaram um efeito benéfico da suplementação com BA, em testes específicos do futebol⁽⁴⁷⁾, reforçando os achados de Hoffman *et al*.

Num estudo realizado com 24 jogadoras de futebol profissional, avaliaram o efeito da suplementação de BA durante 3 semanas de treino intensivo. Os investigadores verificaram que após 3 semanas as atletas pioraram o seu desempenho e que 3 semanas de suplementação com BA (6,4 g/dia) não atenuou esse resultado. Este resultado poderá estar relacionado com um curto protocolo

de suplementação, ou até com a aptidão física das atletas uma vez que, segundo a meta-análise de Saunders *et al*⁽¹³⁾, a BA parece ter um efeito menos expressivo em atletas treinados comparativamente a atletas não treinados. Outro fator a ter em conta é o fato de as atletas se encontrarem num regime intensivo de treino e possivelmente se encontrarem em “*overtraining*”⁽⁴⁸⁾.

Num estudo realizado com jovens jogadores de basquetebol de elite, durante 6 semanas, não se verificou um efeito significativo no teste Yo-Yo IR1, nos resultados do teste de sprints repetidos, nos saltos ou nos lances livres realizados após esforços de alta intensidade⁽⁴⁹⁾.

5. Co-ingestão de Beta-Alanina com Bicarbonato de Sódio

Devido aos resultados promissores da suplementação com a BA na prática desportiva, os investigadores levantaram a hipótese de que a sua combinação com outros suplementos com ação ergogénica poderia trazer um benefício adicional na performance e na capacidade de tamponamento muscular⁽¹⁵⁾. Dessa forma, foram realizados estudos da suplementação em simultâneo de BA com o Bicarbonato de Sódio (BS). Como a BA e o BS têm, respetivamente, uma capacidade tampão intracelular e extracelular, há motivos para crer que a combinação destas substâncias poderá ter um efeito aditivo ou mesmo sinérgico na capacidade de exercício e no desempenho⁽⁵⁰⁾.

Sale *et al.* foram os primeiros a investigar a coingestão de BA + BS numa amostra de 20 homens jovens, fisicamente ativos, e avaliaram, utilizando um ciclo-ergómetro, o tempo até à exaustão (TE), sob uma intensidade de 110% de potência máxima. Após 4 semanas de suplementação (6,4 g/dia de BA durante 4

semanas + 0,3 g/kg de peso de BS tomado de forma aguda no dia da prova) , os resultados mostraram que a adição de BS à BA promoveu um aumento de 4% no TE⁽⁵¹⁾.

Outro estudo com 14 homens ciclistas verificou que a BA + BS apenas originou um ligeiro melhoramento na performance, num teste de 4 min. a pedalar, (+3,3% na potência média) comparativamente à ingestão de BA isolada (+1,6% na potência média). No entanto a suplementação com o BS isolado aumentou a capacidade média de potência em 3,1% o que indica que a combinação dos dois suplementos não resultou em benefícios adicionais comparativamente ao BS isolado⁽⁵²⁾.

Outro estudo investigou os efeitos da combinação desses suplementos sobre o desempenho em provas de 100 e 200 metros de natação livre. Tanto a suplementação isolada de BA quanto a de BS melhoraram o desempenho em ambas as provas. Além disso, a combinação dos suplementos proporcionou um benefício ainda maior em comparação à beta-alanina isolada⁽³⁴⁾.

Num estudo randomizado, duplamente cego, com 37 atletas homens de judo e jiu-jitsu, os autores encontraram resultados significativos da combinação de BA + BS no exercício intermitente de alta intensidade dos membros superiores. A combinação de BA + BS promoveu um efeito claramente positivo. A BA e o BS, combinados ou não, resultaram num nível elevado de lactato sanguíneo após o exercício e apenas a combinação do BA + BS foi capaz de atenuar a percepção de esforço⁽⁵³⁾.

Contrastando estes resultados, num estudo conduzido por Danaher *et al*, não encontraram nenhum benefício adicional no teste de capacidade supramaxima com a combinação de BA + BS. Estes autores mostraram que tanto a

suplementação com a BA isolada ou a combinação dos dois (BA + BS), foram efetivos na melhoria da performance⁽⁵⁴⁾.

Dois outros estudos em 13 atletas de natação⁽⁵⁵⁾ e 24 atletas de futebol australiano, hóquei e futebol⁽⁵⁶⁾ também não tiveram sucesso em encontrar efeitos benéficos adicionais associados à combinação dos dois suplementos.

Os protocolos de suplementação utilizados variaram entre 4 a 6 semanas de suplementação com BA, com uma dose de 4,8 - 6,4 g por dia, repartidas ao longo do dia, para evitar ou minimizar os efeitos adversos do seu uso. A suplementação com o BS (0,3g/kg de peso corporal) foi feita de forma aguda, iniciando-se após as 4 - 6 semanas de BA, tomada 60 - 90 min. antes da realização do teste. A suplementação com BS deve ser feita com cautela e sob supervisão, uma vez que está associada a alguns efeitos adversos a nível gastrointestinal (como náuseas, dor de estômago ou até vômitos ou diarreia)⁽⁵⁷⁾.

6. Efeitos adversos da suplementação com Beta-Alanina

A parestesia (sensação de entorpecimento ou formiguelo na pele) é o efeito secundário mais comum da suplementação com beta-alanina⁽²¹⁾. Este efeito é tipicamente sentido no rosto, pescoço e costas das mãos aquando da suplementação com doses únicas superiores a 800 mg/kg, numa fórmula de libertação não sustentada⁽²⁵⁾. Embora nem todos os indivíduos experimentem a parestesia, esta parece ser dose-dependente, sendo que doses mais elevadas resultam em maiores efeitos secundários⁽⁵⁸⁾. Os sintomas descritos ocorrem 10-20 minutos após a sua ingestão⁽⁵⁸⁾ e desaparecem geralmente nos 60-90 minutos

seguintes⁽¹⁵⁾. Para atenuar os sintomas, é proposta a divisão da dose diária total (3,2-6,4 g/dia) em doses mais pequenas (0.8 -1.6g/dose), a cada 3-4 horas⁽⁵⁹⁾.

Apesar da informação atual ser ainda limitada e de não haver, até à data, estudos com protocolos de suplementação com BA a longo prazo (> a 1 ano), o JISSN na sua mais recente tomada de posição acerca da beta-alanina, sugere que a beta-alanina é segura em indivíduos saudáveis nas doses recomendadas⁽¹⁵⁾.

7. Análise crítica

Embora muitos estudos apresentem provas da eficácia da suplementação com BA na prática desportiva, continuam a existir discrepâncias nos resultados, e os efeitos de melhoria do desempenho parecem estar relacionados com as especificidades de cada modalidade desportiva. Estas discrepâncias poderão ter a ver com: metodologia utilizada, diferenças da dosagem utilizada, tempo de suplementação; necessidades metabólicas inerentes à modalidade selecionada; variabilidade individual dos sujeitos da amostra relativamente às respostas à ingestão de BA, e ao nível de preparação física dos indivíduos participantes⁽²⁰⁾, principalmente dado que o efeito da BA no aumento do conteúdo de Carn muscular é menor em indivíduos treinados⁽¹³⁾.

Parece existir um intervalo de tempo de duração do exercício (60 a 240 segundos) na qual os efeitos ergogénicos da suplementação de beta-alanina são bastante mais claros⁽⁶⁰⁾. Modalidades desportivas com tal duração, em que o metabolismo anaeróbio glicolítico é predominante, e a acidose muscular passa a ser o principal fator limitante para o desempenho físico, certamente poderão

beneficiar do uso da BA, como se verifica nas provas de 400, 800, e 1500 m de corrida, ciclismo até 4 Km, 100, 200 e 400 m de natação.

Outras modalidades cujo tempo de duração está fora desse intervalo de tempo, mas que de alguma forma tem o desempenho limitado pela acidose muscular, também podem se beneficiar da BA, como é o caso dos momentos de *sprint* após 110 minutos de prova de ciclismo⁽²⁸⁾. Em modalidades coletivas, em que se verificam vários momentos de alta intensidade, o uso da BA também apresenta provas da sua eficácia na melhoria do desempenho dos atletas, sendo bem evidente em modalidades como o pólo aquático e o futebol. No entanto, tal não se verificou no basquetebol e mais estudos são necessários para esclarecer esses resultados.

O período de intervenção dos estudos que mostraram uma melhoria na performance variou entre 4 e 8 semanas, com doses de 3,2 a 6 g. Segundo o IOC as doses recomendadas são de 65 mg/kg de peso corporal, dividido ao longo do dia (0,8 - 0,6 g a cada 3-4 horas)⁽¹⁶⁾. O ISSN recomenda a suplementação diária com 4 a 6 g de BA, durante pelo menos 2 a 4 semanas.

A combinação de BA com BS parece ter um efeito ligeiramente superior na melhoria da performance relativamente ao uso isolado de ambos, no entanto, a utilização do BS apresenta algumas limitações. Em estudos que utilizaram doses iguais ou superiores a 0,3 g/ kg de peso, foi reportado com alguma frequência pelos participantes sintomas de desconforto gastrointestinal (náuseas, dor de estômago, vômitos e diarreia) levando à necessidade de procurar protocolos alternativos para evitar estas ocorrências indesejáveis e prejudiciais ao desempenho do atleta.

8. Conclusões

A suplementação com BA é uma estratégia eficaz para promover o aumento da capacidade de tamponamento intracelular, que por sua vez está associado a uma melhoria da performance desportiva e redução da fadiga muscular. A literatura mostra que este efeito é verificado principalmente em exercícios de alta intensidade, num intervalo de tempo de 60 a 240 segundos. Exercícios de duração mais prolongada, parecem não beneficiar do seu uso. O uso da BA tem particularmente interesse em modalidades como CrossFit, 400, 800, e 1500 m de corrida, ciclismo até 4 Km, 100, 200 e 400 m de natação. A maior capacidade de tolerância ao esforço anaeróbio e trabalho no limiar de fadiga faz da BA um suplemento interessante e promissor para aumento do rendimento desportivo. Não há evidência que nos faça questionar a segurança deste suplemento alimentar nas doses recomendadas. Contudo, a árvore de decisão que deve ser percorrida até à toma de um suplemento alimentar exige cautela, e a decisão da utilização da BA deve ser tomada por um profissional de saúde, capaz de avaliar o seu possível interesse, de acordo com a evidência científica existente.

9. Referências

1. Freitas MC, Cholewa J, Panissa V, Quizzini G, de Oliveira JV, Figueiredo C, et al. Short-Time β -Alanine Supplementation on the Acute Strength Performance after High-Intensity Intermittent Exercise in Recreationally Trained Men. *Sports (Basel)*. 2019; 7(5)
2. Freitas JCRdSO. Potencial ergogénico e uso da Creatina e da Beta-alanina no contexto do CrossFit e da Musculação [Dissertação de candidatura ao grau de Mestre]. 2016
3. Sousa M, Fernandes MJ, Moreira P, Teixeira VH. Nutritional supplements usage by Portuguese athletes. *Int J Vitam Nutr Res*. 2013; 83(1):48-58.
4. 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. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2016; 116(3):501-28.
5. Knapik JJ, Steelman RA, Hoedebecke SS, Austin KG, Farina EK, Lieberman HR. Prevalence of Dietary Supplement Use by Athletes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2016; 46(1):103-23.
6. Wardenaar FC, Ceelen IJ, Van Dijk JW, Hangelbroek RW, Van Roy L, Van der Pouw B, et al. Nutritional Supplement Use by Dutch Elite and Sub-Elite Athletes: Does Receiving Dietary Counseling Make a Difference? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2017; 27(1):32-42.
7. Solheim SA, Nordsborg NB, Ritz C, Berget J, Kristensen AH, Mørkeberg J. Use of nutritional supplements by Danish elite athletes and fitness customers. *Scand J Med Sci Sports*. 2017; 27(8):801-08.
8. Baltazar-Martins G, Brito De Souza D, Aguilar-Navarro M, Muñoz-Guerra J, Plata MDM, Del Coso J. Prevalence and patterns of dietary supplement use in elite Spanish athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2019; 16(1)
9. Lopes C, Torres D, Oliveira A, Severo M, Guiomar S, Alarcão V, et al. National Food, Nutrition, and Physical Activity Survey of the Portuguese General Population (2015-2016): Protocol for Design and Development. *JMIR Res Protoc*. 2018; 7(2):e42.
10. Sousa M, Teixeira V, Graça P. *Nutrição no Desporto / Sports Nutrition*. 2016.
11. Smith-Ryan AE, Woessner MN, Melvin MN, Wingfield HL, Hackney AC. The effects of beta-alanine supplementation on physical working capacity at heart rate threshold. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2014; 34(5):397-404.
12. Artioli GG, Gualano B, Smith A, Stout J, Lancha AH, Jr. Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2010; 42(6):1162-73.
13. Saunders B, Elliott-Sale K, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, Roschel H, et al. β -Alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: A systematic review and meta-Analysis [Review]. *British Journal of Sports Medicine*. 2017; 51(8):658-69.
14. Hill CA, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH, et al. Influence of β -alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*. 2007; 32(2):225-33.
15. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Stout JR, Hoffman JR, Wilborn CD, Sale C, et al. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015; 12:30.

16. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*. 2018; 52(7):439-55.
17. Rocha HBTd. Nutritional Supplements Use in Portuguese CrossFit Athletes: a Cross-Sectional Survey. 2019
18. Ruano J, Teixeira VH. Prevalence of dietary supplement use by gym members in Portugal and associated factors. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2020; 17(1)
19. Abe H. Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry (Mosc)*. 2000; 65(7):757-65.
20. Berti Zanella P, Donner Alves F, Guerini de Souza C. Effects of beta-alanine supplementation on performance and muscle fatigue in athletes and non-athletes of different sports: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017; 57(9):1132-41.
21. Hoffman JR, Varanoske A, Stout JR. Chapter Five - Effects of β -Alanine Supplementation on Carnosine Elevation and Physiological Performance. In: Toldrá F, editor. *Advances in Food and Nutrition Research*. Academic Press; 2018. 84, p. 183-206.
22. Lancha Junior AH, De Salles Painelli V, Saunders B, Artioli GG. Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering Capacity During High-Intensity Exercise. *Sports Medicine*. 2015; 45(S1):71-81.
23. Harris RC, Wise JA, Price KA, Kim HJ, Kim CK, Sale C. Determinants of muscle carnosine content. *Amino Acids*. 2012; 43(1):5-12.
24. Hoffman JR, Emerson NS, Stout JR. β -Alanine Supplementation. *Current Sports Medicine Reports*. 2012; 11(4):189-95.
25. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*. 2006; 30(3):279-89.
26. Saunders B, De Salles Painelli V, De Oliveira LF, Da Eira Silva V, Da Silva RP, Riani L, et al. Twenty-four Weeks of β -Alanine Supplementation on Carnosine Content, Related Genes, and Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2017; 49(5):896-906.
27. Stegen S, Blancquaert L, Everaert I, Bex T, Taes Y, Calders P, et al. Meal and Beta-Alanine Coingestion Enhances Muscle Carnosine Loading. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2013; 45(8):1478-85.
28. Van Thienen R, Van Proeyen K, Eynde BV, Puype J, Lefere T, Hespel P. β -Alanine Improves Sprint Performance in Endurance Cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009; 41(4):898-903.
29. 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. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2014; 24(3):315-24.
30. Bellinger PM, Minahan CL. The effect of beta-alanine supplementation on cycling time trials of different length. *Eur J Sport Sci*. 2016; 16(7):829-36.
31. BELLINGER PM, MINAHAN CL. Additive Benefits of β -Alanine Supplementation and Sprint-Interval Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016; 48(12):2417-25.

32. Ducker KJ, Dawson B, Wallman KE. Effect of beta-alanine supplementation on 800-m running performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013; 23(6):554-61.
33. Derave W, Özdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, et al. B-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *Journal of Applied Physiology.* 2007; 103(5):1736-43.
34. De Salles Painelli V, Roschel H, De Jesus F, Sale C, Harris RC, Solis MY, et al. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2013; 38(5):525-32.
35. Hobson RM, Harris RC, Martin D, Smith P, Macklin B, Gualano B, et al. Effect of Beta-Alanine With and Without Sodium Bicarbonate on 2,000-m Rowing Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2013; 23(5):480-87.
36. Baguet A, Bourgois J, Vanhee L, Achten E, Derave W. Important role of muscle carnosine in rowing performance. *Journal of Applied Physiology.* 2010; 109(4):1096-101.
37. Ducker KJ, Dawson B, Wallman KE. Effect of Beta-Alanine Supplementation on 2,000-m Rowing-Ergometer Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2013; 23(4):336-43.
38. Bech SR, Nielsen TS, Hald M, Jakobsen JP, Nordborg NB. No Effect of B-alanine on Muscle Function and Kayak Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2018; 50(3):562-69.
39. Donovan T, Ballam T, Morton JP, Close GL. B-alanine improves punch force and frequency in amateur boxers during a simulated contest. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012; 22(5):331-7.
40. De Andrade Kratz C, De Salles Painelli V, De Andrade Nemezio KM, Da Silva RP, Franchini E, Zagatto AM, et al. Beta-alanine supplementation enhances judo-related performance in highly-trained athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2017; 20(4):403-08.
41. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med.* 2005; 35(12):1025-44.
42. Claus GM, Redkva PE, Brisola GMP, Malta ES, de Araujo Bonetti de Poli R, Miyagi WE, et al. Beta-Alanine Supplementation Improves Throwing Velocities in Repeated Sprint Ability and 200-m Swimming Performance in Young Water Polo Players. *Pediatr Exerc Sci.* 2017; 29(2):203-12.
43. Brisola GM, Artioli GG, Papoti M, Zagatto AM. Effects of Four Weeks of B-Alanine Supplementation on Repeated Sprint Ability in Water Polo Players. *PLoS One.* 2016; 11(12):e0167968.
44. Brisola GMP, de Souza Malta E, Santiago PRP, Vieira LHP, Zagatto AM. beta-Alanine Supplementation's Improvement of High-Intensity Game Activities in Water Polo. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018; 13(9):1208-14.
45. Brisola GMP, Milioni F, Papoti M, Zagatto AM. Effects of 4 Weeks of B-Alanine Supplementation on Swim-Performance Parameters in Water Polo Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017; 12(7):943-50.
46. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Ross R, Kang J, Stout JR, et al. Short-duration B-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. *Nutrition Research.* 2008; 28(1):31-35.

47. Rosas F, Ramirez-Campillo R, Martinez C, Caniuqueo A, Canas-Jamet R, McCrudden E, et al. Effects of Plyometric Training and Beta-Alanine Supplementation on Maximal-Intensity Exercise and Endurance in Female Soccer Players. *J Hum Kinet.* 2017; 58:99-109.
48. Ribeiro R, Duarte B, Guedes Da Silva A, Ramos GP, Rossi Picanço A, Penna EM, et al. Short-Duration Beta-Alanine Supplementation Did Not Prevent the Detrimental Effects of an Intense Preparatory Period on Exercise Capacity in Top-Level Female Footballers. *Frontiers in Nutrition.* 2020; 7
49. Milioni F, Redkva PE, Barbieri FA, Zagatto AM. Six weeks of β -alanine supplementation did not enhance repeated-sprint ability or technical performances in young elite basketball players. *Nutrition and Health.* 2017; 23(2):111-18.
50. Blancquaert L, Everaert I, Derave W. Beta-alanine supplementation, muscle carnosine and exercise performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015; 18(1):63-70.
51. Sale C, Saunders B, Hudson S, Wise JA, Harris RC, Sunderland CD. Effect of β -Alanine plus Sodium Bicarbonate on High-Intensity Cycling Capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2011:1.
52. Bellinger PM, Howe ST, Shing CM, Fell JW. Effect of Combined β -Alanine and Sodium Bicarbonate Supplementation on Cycling Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2012; 44(8):1545-51.
53. Tobias G, Benatti FB, De Salles Painelli V, Roschel H, Gualano B, Sale C, et al. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino Acids.* 2013; 45(2):309-17.
54. Danaher J, Gerber T, Wellard RM, Stathis CG. The effect of β -alanine and NaHCO_3 co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males. *European Journal of Applied Physiology.* 2014; 114(8):1715-24.
55. Mero AA, Hirvonen P, Saarela J, Hulmi JJ, Hoffman JR, Stout JR. Effect of sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation on maximal sprint swimming. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2013; 10(1):52.
56. Ducker KJ, Dawson B, Wallman KE. Effect of Beta Alanine and Sodium Bicarbonate Supplementation on Repeated-Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2013; 27(12):3450-60.
57. Burke LM. Practical Considerations for Bicarbonate Loading and Sports Performance. In.: S. Karger AG; 2013. p. 15-26.
58. Dolan E, Swinton PA, Painelli VS, Stephens Hemingway B, Mazzolani B, Infante Smaira F, et al. A Systematic Risk Assessment and Meta-Analysis on the Use of Oral beta-Alanine Supplementation. *Adv Nutr.* 2019; 10(3):452-63.
59. Saunders B, Virgile A, Elliott-Sale KJ, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, et al. Infographic. A systematic review and meta-analysis of the effect of β -alanine supplementation on exercise capacity and performance. *British Journal of Sports Medicine.* 2019:bjsports-2019-101129.
60. Hostrup M, Bangsbo J. Improving beta-alanine supplementation strategy to enhance exercise performance in athletes. *J Physiol.* 2016; 594(17):4701-2.

