

Avaliação da suplementação de beta-alanina no desempenho esportivo

Evaluation of beta-alanine supplementation in sports performance

Evaluación de la suplementación de beta-alanina en el rendimiento deportivo

Recebido: 04/06/2023 | Revisado: 15/06/2023 | Aceitado: 16/06/2023 | Publicado: 22/06/2023

Eduardo Figueirêdo dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3805-6511>
Centro Universitário de Brasília, Brasil
E-mail: Eduardofs.nutri@gmail.com

Luana Bernardes de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1908-9711>
Centro Universitário de Brasília, Brasil
E-mail: Luana141197@gmail.com

Maína Ribeiro Pereira-Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2771-4989>
Centro Universitário de Brasília, Brasil
E-mail: maina.pereira@ceub.edu.br

Resumo

A suplementação de beta-alanina tem sido amplamente utilizada como um suplemento alimentar para melhorar o desempenho físico. Seus efeitos positivos estão associados ao aumento da carnosina muscular, que proporciona maior resistência e redução da fadiga durante os treinos em diferentes modalidades esportivas. Posto isso, este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica narrativa que explora os benefícios da suplementação de beta-alanina no desempenho esportivo e sua influência na composição corporal. A revisão também enfoca o papel da beta-alanina na formação da carnosina, um composto dipeptídico presente naturalmente no corpo humano. Os resultados destacam que a beta-alanina apresenta benefícios no desempenho físico, com apenas um efeito colateral facilmente evitado, contribuindo para a melhoria da resistência e redução da fadiga muscular durante os treinos de resistência. Os estudos investigados demonstram que a suplementação de beta-alanina contribui para o melhor desenvolvimento do exercício, elevando os níveis de carnosina e minimizando a sensação de fadiga, resultando em aprimoramento do rendimento físico.

Palavras-chave: Carnosina; Suplementos nutricionais; Beta-alanina; Desempenho esportivo; Fadiga.

Abstract

Beta-alanine supplementation has been widely used as a dietary supplement to improve physical performance. Its positive effects are associated with increased muscle carnosine, which provides greater resistance and reduced fatigue during training in different sports. That said, this article aims to presents a narrative review that explores the benefits of beta-alanine supplementation on sports performance and its influence on body composition. The review also focuses on the role of beta-alanine in the formation of carnosine, a dipeptide compound naturally present in the human body. The results highlight that beta-alanine has benefits in physical performance, with only one easily avoided side effect, contributing to the improvement of endurance and reduction of muscle fatigue during resistance training. The investigated studies demonstrate that beta-alanine supplementation contributes to the better development of exercise, raising carnosine levels and minimizing the feeling of fatigue, resulting in improved physical performance.

Keywords: Carnosine; Dietary supplements; Beta-alanine; Athletic performance; Fatigue.

Resumen

La suplementación con beta-alanina ha sido ampliamente utilizada como suplemento dietético para mejorar el rendimiento físico. Sus efectos positivos están asociados al aumento de carnosina muscular, lo que proporciona una mayor resistencia y reduce la fatiga durante el entrenamiento en diferentes deportes. Dicho esto, este artículo tiene como objetivo presentar una revisión narrativa que explora los beneficios de la suplementación con beta-alanina en el rendimiento deportivo y su influencia en la composición corporal. Los estudios investigados demuestran que la suplementación con beta-alanina contribuye al mejor desarrollo del ejercicio, elevando los niveles de carnosina y minimizando la sensación de fatiga, resultando en un mejor rendimiento físico. Además, se discuten las diferentes dosis y sus posibles efectos secundarios. La revisión también se centra en el papel de la beta-alanina en la formación de carnosina, un compuesto dipeptídico presente de forma natural en el cuerpo humano. Los resultados destacan que la beta-alanina tiene beneficios en el rendimiento físico, con solo un efecto secundario fácilmente evitable, que contribuye a la mejora de la resistencia y la reducción de la fatiga muscular durante el entrenamiento de resistencia.

Palabras clave: Carnosina; Suplementos dietéticos; Beta-alanina; Rendimiento deportivo; Fatiga.

1. Introdução

A beta alanina é um aminoácido não essencial produzido pelo corpo humano, principalmente pelo fígado, em menor quantidade pelo intestino e pelos rins. Juntamente com a L-histidina, outro aminoácido, a beta alanina forma o peptídeo conhecido como carnosina, encontrado em grandes quantidades no tecido muscular. A carnosina (β -alanil-L-histidina) é uma molécula dipeptídeo composta pelos aminoácidos β -alanina (BA) e L-histidina que é encontrada no músculo esquelético e em outros tecidos (Varanoske et al., 2017). Embora a L-histidina seja considerada um aminoácido essencial em humanos, é encontrada em grandes quantidades no corpo, ao contrário da beta-alanina. A carnosina tem a capacidade de tamponamento do H⁺ pela beta-alanina pode levar a um retardo no acúmulo de íons de hidrogênio durante o exercício, resultando em uma redução da fadiga. Além disso, atua como um antioxidante intracelular, reduzindo a ação dos radicais livres e efeitos ergogênicos da beta alanina no corpo humano (Cardoso et al., 2022). Visto por Trexler et al. (2015) Quatro semanas de suplementação de beta-alanina (4-6 g diariamente) aumenta significativamente as concentrações de carnosina muscular, agindo assim como um tampão de pH intracelular, atualmente, a suplementação de beta-alanina nas doses recomendadas parece ser segura para indivíduos saudáveis.

A disponibilidade de beta alanina limita a síntese de carnitina, sendo que sua produção endógena e ingestão alimentar ocorrem em quantidades relativamente baixas. Como resultado, a suplementação de beta alanina tem se popularizado, principalmente entre atletas de alta performance. Tanto a beta alanina quanto a L-histidina, que são fundamentais para a formação da carnosina, possuem importância fisiológica destacada, incluindo suas propriedades antioxidantes e a contribuição para a função muscular (Maté-muñoz et al., 2018).

A carnosina é armazenada nos músculos esqueléticos (Abe, 2000) e desempenha diversas funções, incluindo a redução da fadiga ao bloquear prótons intracelulares. Devido à sua estrutura, a carnosina é capaz de aceitar um próton no pH fisiológico, o que a torna precursora do bloqueio do bicarbonato e do fosfato inorgânico durante o exercício físico (Hill et al., 2007; Suzuki et al., 2006). Além disso, a carnosina desempenha um papel na regulação da sensibilidade do cálcio no corpo humano (Trexler et al., 2015). Estudos têm demonstrado que a suplementação de beta alanina é eficaz no aumento dos níveis intracelulares de carnosina nos membros superiores e inferiores (Saunders et al., 2016), com concentração máxima observada entre 30 a 45 minutos após a ingestão (Harris et al., 2006).

Diante do exposto, é relevante realizar uma revisão de estudos bibliográficos em português e inglês que abordam os benefícios da suplementação de beta alanina no desenvolvimento muscular, seu impacto no organismo e a dosagem adequada para o corpo humano. A crescente popularidade dessa suplementação, especialmente entre aqueles que buscam a hipertrofia muscular, justifica a necessidade de investigar como a beta alanina pode contribuir para a hipertrofia e melhorar o desempenho na musculação, tanto para atletas quanto para pessoas que buscam o crescimento muscular.

A suplementação de beta alanina é segura para a população e tem demonstrado resultados positivos no crescimento muscular. Nas doses adequadas, o efeito colateral mais comum é a sensação de formigamento, causada pela interação com a histamina no corpo, sendo esse efeito considerado inofensivo. No entanto, a ocorrência da parestesia relatada pode variar entre indivíduos, sendo mais frequente em mulheres, mesmo quando a dose é ajustada de acordo com o peso corporal (Dolan et al., 2019). Podendo ser facilmente evitada alterando o consumo para pequenas doses ao decorrer do dia (Church et al., 2017). Diante do exposto, este estudo tem como objetivo verificar como a suplementação de beta alanina pode trazer benefícios para a hipertrofia muscular e melhorar o desempenho na musculação, visando atender às demandas de atletas e indivíduos que buscam o crescimento muscular.

2. Metodologia

O projeto apresentado trata-se de uma revisão narrativa, englobando estudos que descrevem como o aminoácido

alanina ajuda na melhor performance do músculo humano. Foram utilizadas buscas por artigos científicos nas seguintes plataformas de dados; Scientific Electronic Library of Medicine (SciELO), PubMed (National Library of Medicine) e os primeiros 100 artigos do Google Acadêmico.

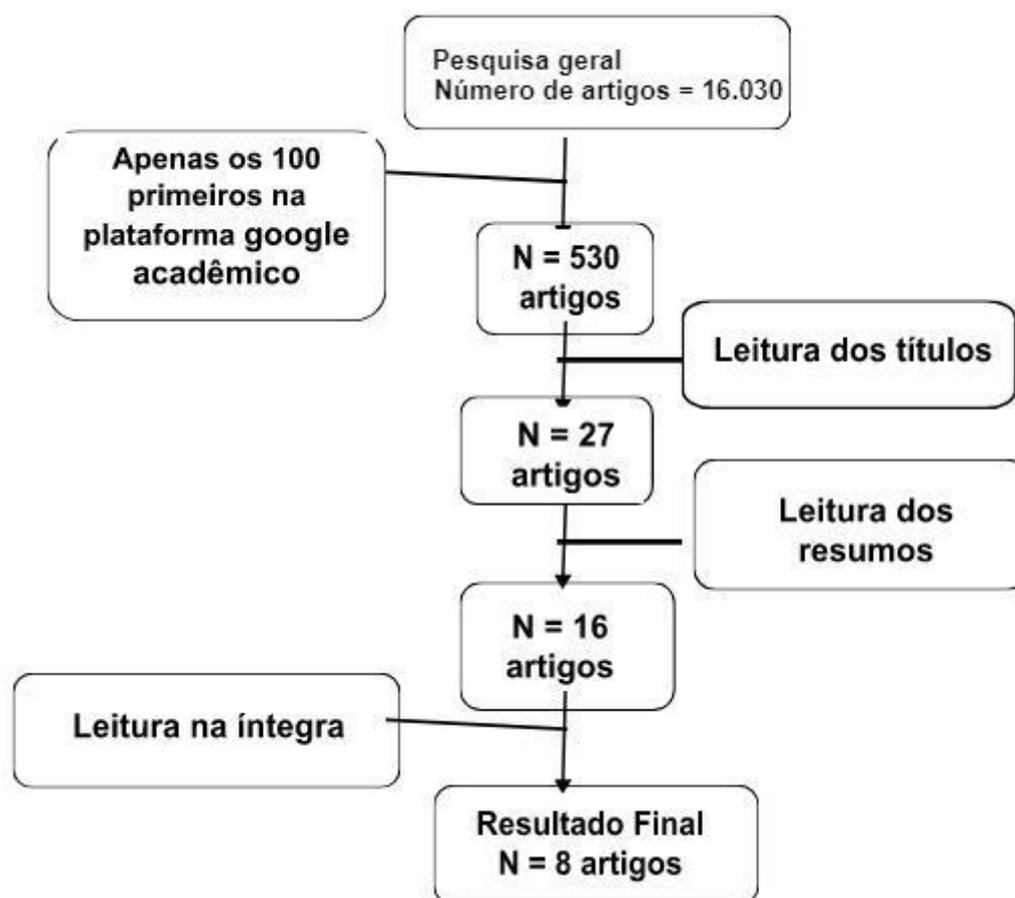
Para restringir e aprofundar a busca sobre o tema foram utilizadas como base os seguintes descritores em inglês; "Beta Alanine", "Beta Alanine Amino Acid ", "Carnosine ", "Muscle". Considerando ainda o uso do operador booleano "and" e "or" permitindo a junção dos termos escolhidos.

Foram selecionados inicialmente artigos da língua portuguesa e língua inglesa. Selecionados com os seguintes critérios de inclusão; artigos completos entre 2013 a 2023.

3. Resultados e Discussão

Na busca inicial identificou-se 16.030 artigos no total, ao remover o critério de escolha na base do google acadêmico para apenas os 100 primeiros artigos, reduziu-se para 530 artigos. Após essa etapa, foi feita a seleção dos artigos pelo título, o qual se totalizou em 27 artigos. Seguindo esses 27 foi feita a análise dos resumos, do qual se chegou no número 16. Após a leitura desses artigos na íntegra, 8 artigos foram selecionados para serem analisados no trabalho.

Figura 1 - Fluxograma dos critérios de elegibilidade dos artigos.



Fonte: Autoria própria (2023).

O Quadro 1 a seguir apresenta os resultados das filtragens realizadas, que constituem o "corpus" da pesquisa. Este corpus representa o material selecionado para análise e discussão, a fim de revelar o que está presente na literatura científica

específica sobre o assunto. Esse conjunto de informações permite ao leitor obter um maior conhecimento sobre o estado atual dos estudos realizados, de acordo com os critérios de seleção estabelecidos.

Quadro 1 - Artigos de revisão utilizados na presente pesquisa, 2013-2023.

Autor, data	Tipo de estudo	Participantes da amostra	Método	Objetivos do estudo	Resultados	Efeitos colaterais
Carpentier et al, 2015	Ensaio clínico randomizado	12 homens e 15 mulheres jovens saudáveis e fisicamente ativos	5 saltos de agachamento e 5 saltos com contramovimento durante 8 semanas	Investigar os efeitos da suplementação de BA no desempenho de jovens atletas através da performance esportiva	Aumento na performance de pulos tanto em altura como duração	Nenhum
Outlaw et al, 2016	Ensaio clínico randomizado	16 mulheres universitárias sedentárias	teste de wingate por 30 segundos, medição de massa magra	Avaliar efeitos da suplementação de BA e treinamento de resistência na composição corporal e desempenho esportivo	Treinamento e suplementação de BA podem ser eficazes para melhorar a resistência e a BA não teve efeitos na composição corporal ou força máxima	Nenhum
Church et al, 2017	Ensaio clínico randomizado	18 homens e 12 mulheres	Grupos de 6g consumiram por 4 semanas, grupo de 12g consumiu por 2 semanas. Exame de sangue em repouso, biópsia do músculo, metabólitos plasmáticos e musculares medidos por cromatografia líquida	Determinar se o aumento da dose diária de suplementação de BA pode aumentar a carnosina muscular mais rápido	O aumento na dose obteve o aumento na carnosina muscular mais rapidamente	Nenhum
Varanoske et al, 2017	Ensaio clínico randomizado	13 homens e 13 mulheres	doses de 2g 3 vezes ao dia. Biópsia dos músculos	Comparar a diferença da suplementação entre homem e mulher	Homem costuma ter níveis mínimos de carnosina muscular maiores que mulheres, mas suplementação trazem efeito similar em ambos os sexos.	Nenhum
Saunders et al, 2017	Ensaio clínico randomizado	25 homens fisicamente ativos	Doses: 2 comprimidos de 800mg a cada 3-4 horas. Coleta de sangue venoso. Biópsia do músculo vastus lateralis	Investigar os efeitos da suplementação de BA por 24 semanas na carnosina muscular, expressão genética e no ciclismo de alta intensidade	Aumento na carnosina muscular, nenhuma outra diferença na expressão genética e aumento no ciclismo evidente a cada semana de suplementação	Nenhum
Maté-Muñoz et al, 2018	Ensaio clínico randomizado	26 homens jovens, saudáveis e treinados em resistência	Doses: 8 comprimidos de 800mg a cada 1.5 horas. Exercícios de membros inferiores medindo velocidade média e de pico, potência média e de pico	Determinar se a suplementação de BA melhorou resposta adaptativa a um treinamento de resistência em 5 semanas	Melhorias significativamente maiores foram observadas nos treinamentos de resistência	Nenhum, usou-se métodos para serem evitados
Roveratti et al, 2019	Ensaio clínico randomizado	14 homens e 10 mulheres sedentárias	doses: 2,4 g/dia, dividido em seis cápsulas; 3,6 g/dia, divididos em nove cápsulas; e 4,8 g/dia, dividido em 12 cápsulas. Avaliou número de repetições até a falha, avaliação do esforço percebido, dor muscular e níveis sanguíneos de CK	Investigar os efeitos da suplementação de BA durante a recuperação na função muscular após exercício de resistência de alta intensidade	BA não melhora a recuperação muscular após exercício de resistência de alta intensidade em adultos jovens não treinados	Nenhum, usou-se métodos para serem evitados
Bassinello et al, 2019	Ensaio clínico randomizado	20 homens saudáveis, treinados em força recreacionalmente	Doses: 2 comprimidos de 800mg 4 vezes ao dia. Supervisão nos exercícios de resistência isotônica e resistência isométrica e isocinética de membros inferiores	Determinar os efeitos de 4 semanas de suplementação de BA na resistência muscular esquelética usando testes de desempenho	BA não influenciou o número de repetições em nenhum teste de resistência de força	Nenhum

Fonte: Autoria própria (2023).

3.1 Aminoácido beta alanina ajudando no melhor desenvolvimento no exercício

Nos estudos realizados por Roveratti et al. (2019), Carpentier et al. (2015) e Saunders et al. (2017), eles mostram que o aminoácido beta alanina usado em exercícios de alta intensidade ajuda no melhor desempenho do músculo, pois por conta da carnosina o nosso músculo tem menos fadiga e tem um melhor resultado muscular. Quando usado a beta alanina durante um tempo de no mínimo 4 semanas consecutivas, tem um maior rendimento no treino e melhor eficácia para o desenvolvimento no exercício. Para Maté-Muñoz et al. (2018) a suplementação de β -alanina foi eficaz em aumentar a potência ao levantar cargas equivalentes à força máxima do indivíduo ou ao trabalhar na potência máxima.

Os artigos de Trexler et al. (2015) e Saunders et al. (2017) mostram os possíveis benefícios da suplementação com a beta alanina e os efeitos da carnosina que são causados nos músculos humanos. Para uma pessoa saudável que queira melhorar o seu rendimento, o uso da beta alanina é uma boa opção para a melhoria da fadiga muscular, é uma estratégia benéfica para o desenvolvimento corporal, principalmente para indivíduos que praticam atividade física diariamente. De fato, a β -alanina é um de apenas cinco suplementos esportivos reconhecidos pelo Comitê Olímpico Internacional como tendo evidências suficientes de eficácia para justificar seu uso em situações específicas (Dolan et al., 2019).

3.2 Elevação dos níveis de carnosina através da ingestão de beta-alanina

Foi visto que a suplementação da beta-alanina tem ligação ao aumento da carnosina, um dipeptídeo formado pela combinação dos aminoácidos beta-alanina e histidina, é naturalmente presente no corpo humano. Sua função primordial de acordo com Lancha Junior et al. (2015) é agir como um tampão intracelular, desempenhando um papel crucial na regulação do pH muscular durante atividades físicas intensas. Além disso, a carnosina é reconhecida por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, bem como por sua participação na regulação do metabolismo de glicose e na função neuromuscular.

A suplementação de beta-alanina é comumente utilizada para elevar os níveis de carnosina muscular, visando aprimorar o desempenho esportivo e promover vantagens relacionadas à composição corporal, esse aumento ocorre tanto em pessoas treinadas, ou não treinadas, independente de gênero e em adultos e idosos (Trexler et al., 2015) e é visto que, o aumento da carnosina muscular não é linear à quantidade das dosagens e período de tempo de suplementação (Perim et al., 2019). Para (Saunders et al, 2017) vinte e quatro semanas de suplementação de BA aumentaram o conteúdo de carnosina muscular e melhoram a capacidade de ciclismo de alta intensidade, sendo que a beta alanina tem um grande domínio na carnosina muscular.

3.3 Minimização da sensação de fadiga e aprimoramento do rendimento físico

A suplementação de beta-alanina tem sido associada à minimização da sensação de fadiga e ao aprimoramento do rendimento físico. A elevada demanda de energia durante o exercício de alta intensidade (EAI) requer que processos anaeróbios cubram uma parte significativa da necessidade de trifosfato de adenosina (ATP). A liberação de energia anaeróbica resulta no esgotamento de fosfocreatina (PCr) e no acúmulo de ácido lático, o que estabelece um limite superior para a produção de ATP anaeróbico e, conseqüentemente, para o desempenho no EAI. A suplementação com beta-alanina tem um efeito ergogênico, aumentando o teor de carnosina muscular, que é um tampão intracelular endógeno (Sahlin, 2014).

Segundo Huerta Ojeda et al. (2020), o aumento no desempenho físico após suplementação de beta-alanina é devido ao aumento das concentrações de carnosina muscular, que está associado à regulação intracelular do pH (buffer), resistindo a alteração causada pelo ácido lático. A carnosina é capaz de tamponar H^+ , resultando em um atraso de H^+ acúmulo durante o exercício, diminuindo assim a fadiga (Varanoske et al, 2017).

3.4 Diferentes dosagens e seus efeitos colaterais

A parestesia, efeito colateral caracterizada por uma sensação de formigamento, pinicação, dormência ou coceira na pele, podendo ocorrer em várias partes do corpo, como pescoço, couro do cabelo, braços, rosto, costas ou pernas, está mais presente quando a dosagem chega a 800mg ou mais de beta-alanina, e costuma durar por um período por volta de 60-90 minutos; A parestesia é o único efeito colateral relatado durante o consumo da beta-alanina, e não há evidências que indiquem que esse fenômeno tenha quaisquer consequências adversas e que tragam algum mal à saúde (Varanoske et al., 2019).

Segundo Trexler (2015) a suplementação fracionada de beta-alanina ao longo do dia é benéfica para prevenir a parestesia. É visto como o uso de formulações de liberação sustentada reduz substancialmente os sintomas de formigamento causados pela ingestão de doses superiores a 800 mg de beta-alanina em formas de liberação não sustentada. Acredita-se que a ativação dos genes relacionados ao receptor Mas (Mrg) pela beta-alanina resulte na parestesia na pele. Portanto, a suplementação dividida ao longo do dia é uma estratégia viável para reduzir os efeitos indesejados da parestesia na suplementação de beta-alanina.

Acerca das diferentes metodologias de consumo, todos os estudos foram feitos usando a suplementação em pó, e é visto que o consumo feito em doses separadas ao longo do dia, diminui o efeito de parestesia em até 100% (Church et al., 2017).

4. Considerações Finais

Nesta revisão podemos ver que o uso do aminoácido beta alanina pode ajudar os indivíduos que buscam ter melhores resultados e desempenhos nas suas atividades físicas, seja em qualquer modalidade esportiva. Hoje todos querem fazer o uso de suplementos alimentares para o melhor desempenho, mas antes do uso temos que ver se realmente funciona e qual é o objetivo que quer. No caso da beta alanina é comprovado que tem eficácia no corpo humano usada de forma regulada e com a quantidade específica indicada para cada modalidade.

A beta alanina é um aminoácido não essencial sintetizado no fígado. Atua na capacidade de aumentar a síntese da carnosina no músculo esquelético. A carnosina é um peptídeo composto pelo aminoácido beta alanina e L-histidina. Como a principal proteína tampão intracelular, pode ser utilizada como recurso ergogênico, aumentando a resistência muscular e a principal função da carnosina é regular o PH.

É visto que é de grande importância a análise dos suplementos alimentares mesmo com muitas pessoas usando, os efeitos podem ser diferentes em cada um. Por fim, um estudo mais aprofundado do aminoácido beta alanina diretamente aplicada ao músculo esquelético, continuará a beneficiar a medicina preventiva e as ciências da saúde humana.

Referências

- Abe, H. (2000). Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry. Biokhimiia*, 65(7), 757–765. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10951092/>
- Ashtary-Larky, D., Bagheri, R., Ghanavati, M., Asbaghi, O., Wong, A., Stout, J. R., & Suzuki, K. (2022). Effects of beta-alanine supplementation on body composition: a GRADE-assessed systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 196–218. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2079384>
- Bellinger, P. M., & Minahan, C. L. (2016). Additive Benefits of β -Alanine Supplementation and Sprint-Interval Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(12), 2417–2425. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001050>
- Berti Zanella, P., Donner Alves, F., & Guerini de Souza, C. (2017). Effects of beta-alanine supplementation on performance and muscle fatigue in athletes and non-athletes of different sports: a systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(9), 1132–1141. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06582-8>
- Cardoso, H. C., Condessa, J. P. M., & Souza, M. L. R. de. (2022). A suplementação de beta-alanina na performance esportiva: uma revisão sistemática. *RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, 16(98), 169–179. <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1996>

- Cesak, O., Vostálová, J., Vidlar, A., Bastlova, P., & Student, V. (2023). *Carnosine and Beta-Alanine Supplementation in Human Medicine: Narrative Review and Critical Assessment*. 15(7), 1770–1770. <https://doi.org/10.3390/nu15071770>
- Church, D. D., Hoffman, J. R., Varanoske, A. N., Wang, R., Baker, K. M., La Monica, M. B., Beyer, K. S., Dodd, S. J., Oliveira, L. P., Harris, R. C., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2017). Comparison of Two β -Alanine Dosing Protocols on Muscle Carnosine Elevations. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(8), 608–616. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1335250>
- Dolan, E., Swinton, P. A., Painelli, V. de S., Stephens Hemingway, B., Mazzolani, B., Infante Smaira, F., Saunders, B., Artioli, G. G., & Gualano, B. (2019). A Systematic Risk Assessment and Meta-Analysis on the Use of Oral β -Alanine Supplementation. *Advances in Nutrition*, 10(3), 452–463. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy115>
- Harris, R. C., Jones, G. A., Kim, H. J., Kim, C. K., Price, K. A., & Wise, J. A. (2009). Changes in muscle carnosine of subjects with 4 weeks supplementation with a controlled release formulation of beta-alanine (Carnosyn™), and for 6 weeks post. *The FASEB Journal*, 23(S1). https://doi.org/10.1096/fasebj.23.1_supplement.599.4
- Hill, C. A., Harris, R. C., Kim, H. J., Harris, B. D., Sale, C., Boobis, L. H., Kim, C. K., & Wise, J. A. (2006). Influence of β -alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*, 32(2), 225–233. <https://doi.org/10.1007/s00726-006-0364-4>
- Huerta Ojeda, Á., Tapia Cerda, C., Poblete Salvatierra, M. F., Barahona-Fuentes, G., & Jorquera Aguilera, C. (2020). Effects of Beta-Alanine Supplementation on Physical Performance in Aerobic–Anaerobic Transition Zones: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 12(9), 2490. <https://doi.org/10.3390/nu12092490>
- Lancha Junior, A. H., de Salles Painelli, V., Saunders, B., & Artioli, G. G. (2015). Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering Capacity During High-Intensity Exercise. *Sports Medicine*, 45(S1), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0397-5>
- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Garnacho-Castaño, M. V., Veiga-Herreros, P., Lozano-Estevan, M. del C., García-Fernández, P., de Jesús, F., Guodemar-Pérez, J., San Juan, A. F., & Domínguez, R. (2018). Effects of β -alanine supplementation during a 5-week strength training program: a randomized, controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0224-0>
- Perim, P., Martcorena, F. M., Ribeiro, F., Barreto, G., Gobbi, N., Kerksick, C., Dolan, E., & Saunders, B. (2019). Can the Skeletal Muscle Carnosine Response to Beta-Alanine Supplementation Be Optimized? *Frontiers in Nutrition*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00135>
- Rezende, N. S., Swinton, P., Oliveira, L. F. de, Silva, R. P. da, Silva, V. da E., Nemezio, K., Yamaguchi, G., Artioli, G. G., Gualano, B., Saunders, B., & Dolan, E. (2020). *The Muscle Carnosine Response to Beta-Alanine Supplementation: A Systematic Review With Bayesian Individual and Aggregate Data E-Max Model and Meta-Analysis*. 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00913>
- Roveratti, M. C., Jacinto, J. L., Oliveira, D. B., da Silva, R. A., Andraus, R. A. C., de Oliveira, E. P., Ribeiro, A. S., & Aguiar, A. F. (2019). Effects of beta-alanine supplementation on muscle function during recovery from resistance exercise in young adults. *Amino Acids*, 51(4), 589–597. <https://doi.org/10.1007/s00726-018-02686-y>
- Sahlin, K. (2014). Muscle Energetics During Explosive Activities and Potential Effects of Nutrition and Training. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, 44(Suppl 2), 167–173. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0256-9>
- Saunders, B., De Salles Painelli, V., De Oliveira, L. F., Da Eira Silva, V., Da Silva, R. P., Riani, L., Franchi, M., Gonçalves, L. D. S., Harris, R. C., Roschel, H., Artioli, G. G., Sale, C., & Gualano, B. (2017). Twenty-four Weeks of β -Alanine Supplementation on Carnosine Content, Related Genes, and Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(5), 896–906. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001173>
- Saunders, B., Elliott-Sale, K., Artioli, G. G., Swinton, P. A., Dolan, E., Roschel, H., Sale, C., & Gualano, B. (2017). β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(8), 658–669. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096396>
- Suzuki, Y., Nakao, T., Maemura, H., Sato, M., Kamahara, K., Morimatsu, F., & Takamatsu, K. (2006, February 2). *Carnosine and anserine ingestion enhances contribution of nonbicarbonate buffering*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. https://journals.lww.com/acsm-mse/Fulltext/2006/02000/Carnosine_and_Anserine_Ingestion_Enhances.21.aspx
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Wilborn, C. D., Sale, C., Kreider, R. B., Jäger, R., Earnest, C. P., Bannock, L., Campbell, B., Kalman, D., Ziegenfuss, T. N., & Antonio, J. (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0090-y>
- Varanoske, A. N., Hoffman, J. R., Church, D. D., Coker, N. A., Baker, K. M., Dodd, S. J., Oliveira, L. P., Dawson, V. L., Wang, R., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2017). β -Alanine supplementation elevates intramuscular carnosine content and attenuates fatigue in men and women similarly but does not change muscle l-histidine content. *Nutrition Research*, 48, 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2017.10.002>