

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

LAURA BEATHRIZ DUARTE DE SOUZA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DA BETA-ALANINA E DO BICARBONATO DE
SÓDIO NO EXERCÍCIO FÍSICO**

VOLTA REDONDA - RJ

2025

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DA BETA-ALANINA E DO BICARBONATO DE
SÓDIO NO EXERCÍCIO FÍSICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Nutrição do UniFOA, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Acadêmica: Laura Beathriz Duarte de Souza

Orientador: Prof. Dr. Elton Bicalho de Souza

VOLTA REDONDA - RJ

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

S729e Souza, Laura Beatriz Duarte de
Efeitos da suplementação da beta-alanina e do bicarbonato de
sódio no exercício físico. / Laura Beatriz Duarte de Souza. – Volta Redonda:
UniFOA, 2025. 18 p. II.

Orientador (a): Prof. Elton Bicalho de Souza

Monografia (TCC) – UniFOA / Curso de Nutrição, 2025.

Nutrição - TCC. 2. Beta-alanina. 3. Bicarbonato de sódio.
4. Fadiga muscular. I. Souza, Elton Bicalho de. II. Centro Universitário de Volta
Redonda. III. Título.

CDD 613

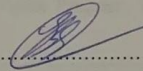
FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:
**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DA BETA-ALANINA E DO BICARBONATO DE
SÓDIO NO EXERCÍCIO FÍSICO**

Elaborado por Laura Beatriz Duarte de Souza, apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Nutrição.

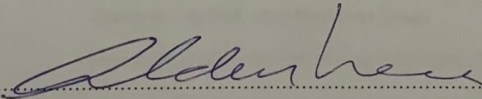
Aprovada em 04 de junho de 2025

Banca Avaliadora:



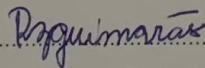
Professor Orientador

Elton Bicalho de Souza, Doutor, Centro Universitário de Volta Redonda



Professor Avaliador

Alden Dos Santos Neves, Doutor, Centro Universitário de Volta Redonda



Professor Avaliador

Robison Zacharias Guimarães, Mestrando, Centro Universitário de Volta Redonda

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, Rose Márcia Duarte, que sempre foi meu alicerce e minha maior incentivadora. Seus conselhos, ainda que muitas vezes expressos em puxões de orelha, foram essenciais para que eu seguisse em frente.

Estendo minha gratidão ao meu pai, André, e ao meu irmão, Victor, que, com gestos de apoio, incentivo e presença, contribuíram para que eu chegasse até aqui. Agradeço, igualmente, ao meu companheiro, Lucas, cuja paciência, acolhimento e calma foram essenciais para me trazer conforto e equilíbrio nos momentos mais difíceis.

Por fim, agradeço meu orientador, Dr. Elton Bicalho de Souza, pela disposição, auxílio e conhecimento, que me possibilitou concluir este estudo. E a todos os professores do curso pelo conhecimento transmitido, por cada aula, orientação e exemplo.

Manifesto minha gratidão, também, ainda que de forma indireta, a todos os profissionais que contribuem para o avanço do conhecimento e o desenvolvimento científico da Nutrição.

“A performance esportiva é uma dança entre a energia que se produz e a fadiga que se evita.”

Robergs, R.A.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio na atenuação da fadiga muscular induzida por exercícios físicos de alta intensidade. O estudo é uma revisão narrativa da literatura, com a finalidade de revisar estudos relacionados ao efeito tamponante com a suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio adotando como critérios de inclusão artigos publicados nos últimos 25 anos. A fadiga muscular está diretamente relacionada à queda do pH intracelular, provocada pelo acúmulo de hidrogênio durante a intensa atividade física, o que compromete a função contrátil e a ação de enzimas fundamentais para a produção de energia. Diante desse cenário, a utilização de substâncias tamponantes tem sido estudada como estratégia ergogênica com potencial de melhorar o desempenho esportivo. A beta-alanina atua no meio intracelular ao aumentar os níveis de carnosina, promovendo o tamponamento de hidrogênio no ambiente muscular. Já o bicarbonato de sódio atua no meio extracelular, favorecendo a remoção de hidrogênio para o sangue, contribuindo para a manutenção do pH e retardando o aparecimento da fadiga. Estudos demonstram que a suplementação dessas substâncias, de forma isolada ou combinada, apresenta efeitos positivos especialmente em atividades anaeróbicas de alta intensidade. Conclui-se que o uso desses suplementos é uma estratégia promissora, desde que realizado com cautela e acompanhamento profissional.

Palavras-chave: Beta-alanina. Bicarbonato de sódio. Fadiga muscular.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effects of beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation on reducing muscle fatigue induced by high-intensity physical exercise. Muscle fatigue is directly related to the drop in intracellular pH caused by the accumulation of hydrogen during intense physical activity, which compromises contractile function and the action of key enzymes involved in energy production. In this context, the use of buffering substances has been investigated as an ergogenic strategy with the potential to enhance athletic performance. Beta-alanine acts intracellularly by increasing carnosine levels, helping to buffer hydrogen within muscle tissue. Sodium bicarbonate, on the other hand, acts extracellularly by facilitating the removal of hydrogen into the bloodstream, contributing to pH maintenance and delaying the onset of fatigue. Several studies demonstrate that supplementation with these substances, whether used alone or in combination, produces positive effects especially in high-intensity anaerobic activities. It is concluded that these supplements is a promising strategy, provided it is carried out with caution and under professional supervision.

Keywords: Beta-alanine. Sodium bicarbonate. Muscle fatigue.

LISTA DE SIGLAS

ACSM – American College of Sports Medicine

ATP – Adenosina Trifosfato

ADP – Adenosina Difosfato

Pi – Fosfato inorgânico

H⁺ – Íon hidrogênio

LDH – Lactato Desidrogenase

BA – Beta-alanina

NaHCO₃ – Bicarbonato de sódio

CO₂ – Dióxido de carbono

H₂O – Água

H₂CO₃ – Ácido carbônico

pKa – Constante de dissociação ácida

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MÉTODOS	12
3. REVISÃO DA LITERATURA	13
3.1 BIOENERGÉTICA E PRODUÇÃO DE ATP.....	13
3.2 SISTEMA TAMPÃO: BETA-ALANINA E BICARBONATO DE SÓDIO.....	14
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
REFERÊNCIAS	16

1. INTRODUÇÃO

O desempenho físico é crucial para o esporte, uma vez que é o fator determinante para a evolução e a qualidade da prática pelo esportista. Portanto, este tema é indispensável para atletas e esportistas que buscam melhorias, ou para aqueles que buscam melhorar o condicionamento físico ou uma vida mais ativa. Para tanto uma cadeia de variáveis devem ser analisadas, como força muscular, potência, resistência aeróbica e/ou anaeróbica, flexibilidade e maior capacidade de recuperação (Liguori et al., 2021). Para atletas profissionais a otimização do desempenho está diretamente relacionada ao alcance de metas, ou à superação de desafios competitivos. Já para praticantes de exercícios físicos, um bom condicionamento pode contribuir para a saúde cardiovascular, metabólica e/ou mental, reduzindo o risco do surgimento de doenças crônicas e proporcionando mais disposição para a realização das atividades cotidianas (Jeukendrup; Gleeson, 2019).

Para que o desempenho esportivo seja otimizado, é fundamental considerar determinados aspectos metabólicos que influenciam diretamente a capacidade muscular e a resistência física. A fadiga muscular, por exemplo, é um dos principais elementos a serem considerados, pois é um dos fatores que influenciam o desempenho esportivo. Embora sua origem seja multifatorial, por muito tempo, as comunidades científicas acreditavam que a alta produção de lactato era um dos causadores (Pinto et al., 2014). Essa associação entre lactato e fadiga é uma interpretação, que associava diretamente o acúmulo de lactato à acidose e, conseqüentemente, à fadiga.

Atualmente a ciência entende que o aumento da concentração de hidrogênio (H^+) é o que está associado ao processo de fadiga. Altas concentrações de H^+ intramuscular causam a redução no pH intracelular, deixando o ambiente ácido, comprometendo o mecanismo de contrações musculares, além de retardar a produção de enzimas glicolíticas, afetando diretamente a produção de energia para a realização da contração muscular (Schlickmann; Caputo, 2012).

Estudos como os de Gladden (2008) e Robergs, Ghiasvand e Parker (2004) demonstram que o lactato, na verdade, atua como um marcador metabólico da intensidade do exercício, e pode exercer um papel tamponante uma vez que a lactado

desidrogenase (LDH), a enzima responsável pela conversão do piruvato em lactato em situações anaeróbias, utiliza o H^+ durante a conversão. No entanto, o principal fator relacionado à acidose muscular é a própria hidrólise da adenosina trifosfato (ATP) durante a contração muscular, que gera uma liberação H^+ (Allen; Lamb; Westerblad, 2008).

Um contraponto a esse evento que limita o desempenho são as substâncias com efeitos ergogênicos, que podem contribuir para a recuperação do meio alcalino, ideal para o funcionamento muscular. Segundo Harris et al. (2006) esses ergogênicos são chamados de tamponantes, e os produtos comercializados com essa finalidade são a Beta-alanina (BA) e o Bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$). Mas será que esses produtos realmente são eficazes no sistema de tamponamento muscular? Possuem respaldo científico? Quais as dosagens recomendadas? Existem efeitos colaterais relacionados a estes produtos?

Diante do exposto o objetivo da presente revisão foi demonstrar os efeitos ergogênicos da BA e do $NaHCO_3$, apresentando os mecanismos de ação, posologia e principais efeitos colaterais apontados pela literatura.

2. MÉTODOS

A presente estudo é uma revisão narrativa da literatura, com a finalidade de revisar estudos relacionados ao efeito tamponante com a suplementação de BA e $NaHCO_3$. Utilizou-se como base de dados as plataformas PubMed e Google Acadêmico, adotando como critérios de inclusão artigos publicados nos últimos 25 anos (2000 a 2025), nos idiomas português e inglês. Para a busca dos estudos nas plataformas foram utilizados os seguintes descritores: “Fadiga Muscular *OR Muscle Fatigue*” combinado ao operador booleano *AND* para os termos “Beta-alanina *OR Beta-Alanine*” *AND* “Bicarbonato de Sódio *OR Sodium Bicarbonate*”.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 BIOENERGÉTICA E PRODUÇÃO DE ATP

O corpo humano utiliza ATP como fonte primária de energia para realizar funções celulares. Quando a molécula de ATP é hidrolisada, a energia liberada é utilizada para suportar atividades biológicas, como a contração muscular e outras reações celulares. Entretanto, a quantidade de ATP disponível nos músculos é limitada, e sua rápida utilização durante exercícios de alta intensidade requer que as células musculares façam ressíntese constantemente (McArdle; Katch; Katch, 2016).

A reposição do ATP é realizada por meio de três sistemas metabólicos: o sistema anaeróbio alático (ATP-CP), o sistema anaeróbio láctico (glicólise anaeróbia) e o sistema aeróbio (fosforilação oxidativa). A glicólise anaeróbia é particularmente importante em exercícios intensos e de curta duração, pois está associada à produção de hidrogênio, os quais podem causar redução no pH intracelular, prejudicando a performance muscular (Gladden, 2004).

Em exercícios de alta intensidade a demanda energética excede a capacidade do organismo em gerar ATP no sistema aeróbio e, por essa razão, o músculo esquelético recorre à glicólise anaeróbia. Esse processo ocorre no citosol da célula, onde a glicose será convertida em piruvato para a geração de ATP e, na ausência de oxigênio, o piruvato será reduzido a lactato. A lactato desidrogenase catalisa essa reação e consome um íon H^+ , o que, a princípio, poderia sugerir um efeito tamponante da acidose. No entanto, a origem da acidose muscular está associada à própria glicólise, mais especificamente à hidrólise do ATP, que resulta em uma significativa liberação de H^+ (Robergs; Ghiasvand; Parker, 2004). A reação de hidrólise do ATP para fornecer energia para a contração muscular pode ser representada pela equação: $ATP + H_2O \rightarrow ADP + Pi + H^+ + Energia$

Essa liberação de H^+ é exacerbada pelo rápido turnover de ATP na alta intensidade, reduzindo o pH intramuscular e aumentando a acidose (Allen; Lamb; Westerblad, 2008). Em situações de um meio extremamente ácido, o piruvato que era reduzido a lactato será convertido em ácido láctico, que é a forma não ionizada (ou

protonada). A rápida geração de ATP por glicólise, associada à baixa capacidade de tamponamento endógeno, leva ao acúmulo de H^+ , afetando proteínas contráteis, inibindo enzimas da glicólise e comprometendo a contração muscular (Fitts, 2008).

3.2 SISTEMA TAMPÃO: BETA-ALANINA E BICARBONATO DE SÓDIO

O organismo conta com sistemas tampões endógenos e exógenos para controlar a acidose muscular. A BA é precursora da carnosina, um dipeptídeo com alto poder tamponante presente principalmente no músculo esquelético. Por aumentar os níveis de carnosina, a suplementação com BA melhora a capacidade do músculo em neutralizar íons H^+ (Hill et al., 2007; Saunders et al., 2017). A ação tamponante ocorre porque a carnosina possui um logaritmo negativo da constante de dissociação ácida (pKa) de aproximadamente 6,83, o que a torna eficiente na captação de íons de H^+ liberados durante o metabolismo anaeróbio, especialmente nas fibras musculares do tipo II. A síntese da carnosina é catalisada pela enzima carnosina sintetase, que utiliza a BA e a histidina como substratos. Esse tamponamento intracelular contribui para retardar a queda do pH dentro da célula muscular, mantendo a atividade enzimática e o desempenho muscular (Harris et al., 2006; Derave et al., 2007).

A suplementação de BA é amplamente estudada em exercícios de alta intensidade com duração entre 1 a 4 minutos. Saunders et al. (2017) observaram melhora significativa no desempenho de atletas em testes de sprint repetido. Estudos demonstram que a suplementação crônica com doses entre 3.2 a 6.4 g/dia, por pelo menos 4 semanas, pode aumentar em até 80% os níveis de carnosina muscular (Harris et al., 2006; Hobson et al., 2012). Como efeitos colaterais reportados a parestesia é relatada com frequência, sendo possível minimizar com o fracionamento das doses ao longo do dia (Trexler et al., 2015).

O $NaHCO_3$, por sua vez, atua como tampão extracelular pois promove maior gradiente de remoção de íons de H^+ dos músculos para o sangue, retardando a fadiga, sendo eficaz para melhorar a performance em exercícios intermitentes de alta intensidade (Carr; Hopkins; Gore, 2011). Requena et al. (2005) e Peart et al. (2012)

demonstraram aumento do desempenho em provas de corrida e ciclismo após suplementação com o NaHCO_3 .

Esse processo bioquímico envolve a reação do bicarbonato (HCO_3^-) com íons de H^+ no espaço extracelular, formando ácido carbônico (H_2CO_3) que é dissociado em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), reação catalisada pela anidrase carbônica. O CO_2 é eliminado pela respiração, reduzindo a acidose metabólica e mantendo o pH em níveis ideais para a continuidade do esforço físico (Requena et al., 2005; Gough et al., 2018). A quantidade associada aos efeitos ergogênicos estão em torno de 0,3 a 0,5 g/kg de peso corporal, administrada 60 a 150 minutos antes da atividade durante 1 a 3 dias (McNaughton et al., 2008). Contudo, efeitos colaterais gastrointestinais podem limitar seu uso, sendo recomendado fracionar a ingestão ou optar por formas encapsuladas (Carr; Hopkins; Gore, 2011).

A associação das duas substâncias tem sido estudada pela sinergia entre o tamponamento intra e extracelular. Danaher et al. (2014) observaram melhora superior no desempenho em atletas que realizaram a suplementação de ambos em comparação com os grupos isolados. De igual forma Tobias et al. (2013) observaram redução significativa do tempo de exaustão em testes de ciclismo. A estratégia combinada parece ser mais eficaz em modalidades que envolvem repetições de *sprints* ou estímulo anaeróbio.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fadiga muscular é um fenômeno multifatorial, no qual a acidose induzida por altas concentrações de hidrogênio exerce influência crucial. A suplementação com beta-alanina e/ou bicarbonato de sódio, de forma isolada ou em conjunto, apresenta resultados promissores na melhora do desempenho em atividades anaeróbias de alta intensidade. Tanto a BA quanto o NaHCO_3 promovem tamponamento em compartimentos distintos, sendo a primeira no meio intracelular, enquanto o segundo exerce seu efeito no ambiente extracelular.

A BA deve ser utilizada com doses entre 3.2 a 6.4 g/dia, por pelo menos 4 semanas, enquanto o NaHCO_3 possui uma recomendação de 0,3 a 0,5 g/kg de peso

corporal, administrada 60 a 150 minutos antes da atividade durante 1 a 3 dias. Essas dosagens são eficazes para potencializar mecanismos de tamponamento intra e extracelular, contribuindo para maior resistência à fadiga. Os principais efeitos colaterais reportados são a parestesia para a BA, e distúrbios gastrintestinais para o NaHCO_3 . Assim, o uso das substâncias pode ser considerado como uma excelente estratégia ergogênica, desde que realizada com cautela, respeitando a dosagem e o tempo de suplementação, e minimizando os possíveis efeitos colaterais.

REFERÊNCIAS

ALLEN, D.G.; LAMB, G.D.; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 1, p. 287–332, 2008.

CARR, A.J.; HOPKINS, W.G.; GORE, C.J. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 41, n. 10, p. 801-814, 2011.

DANAHER, J. et al. The effect of beta-alanine and sodium bicarbonate co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 8, p. 1715-1724, 2014.

DERAVE, W. et al. Beta-alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. **Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 5, p. 1736-1743, 2007.

FITTS, R.H. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 2, p. 551–558, 2008.

GLADDEN, L.B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. **The Journal of Physiology**, v. 558, n. 1, p. 5-30, 2004.

GLADDEN, L.B. A lactate paradigm for the oxidative metabolism of lactate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 3, p. 486-494, 2008.

GOUGH, L.A. et al. The addition of beta-alanine and sodium bicarbonate to a high-intensity interval training programme improves performance and capacity in recreationally active individuals. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 6, p. 757-766, 2018

HARRIS, R.C. et al. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. **Amino Acids**, v. 30, n. 3, p. 279-289, 2006.

HILL, C.A. et al. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. **Amino Acids**, v. 32, n. 2, p. 225-233, 2007.

HOBSON, R.M. et al. Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. **Amino Acids**, v. 43, n. 1, p. 25-37, 2012.

JEUKENDRUP, A.E.; GLEESON, M. **Sport Nutrition**. Champaign: Human Kinetics, 2019.

LIGUORI, G. et al. **Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

McARDLE, W.D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Exercise Physiology: Nutrition, energy, and human performance**. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2016.

McNAUGHTON, L.R. et al. Sodium bicarbonate ingestion and its effects on anaerobic exercise of different durations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 423-428, 2008.

PEART, D.J. et al. Individual responses to sodium bicarbonate ingestion: Does it matter? **Sports Medicine**, v. 42, n. 6, p. 521-532, 2012.

PINTO, C.L.; PAINELLI, V.S.; LANCHA JUNIOR, A.H.; ARTIOLI, G.G. Lactato: de causa da fadiga a suplemento ergogênico? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 22, n. 2, p. 173–181, 2014.

REQUENA, B. et al. Sodium bicarbonate and sodium citrate: ergogenic aids? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 213-224, 2005.

ROBERGS, R.A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 287, n. 3, p. R502-R516, 2004.

SAUNDERS, B. et al. Twenty-four weeks of beta-alanine supplementation on carnosine content, related genes, and exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 5, p. 896-906, 2017.

SCHLICKMANN, J.; CAPUTO, F. Etiologia da fadiga muscular e ação dos alcaloides. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 6, n. 30, p. 45-53, 2012.

TOBIAS, G. et al. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. **Amino Acids**, v. 45, n. 2, p. 309-317, 2013.

TREXLER, E.T. et al. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 30, 2015.