

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

LÍGIA MILLENA FERREIRA DA SILVA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA EM PRATICANTES
DE EXERCÍCIO FÍSICO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

LÍGIA MILLENA FERREIRA DA SILVA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA EM PRATICANTES
DE EXERCÍCIO FÍSICO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de graduação em nutrição.

Orientador(a): Érika Michelle Correia de Macêdo.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Giane da Paz Ferreira Silva, CRB-4/977

S586e Silva, Lígia Millena Ferreira da.
Efeitos da suplementação de Beta-alanina em praticantes de exercício físico: uma revisão bibliográfica / Lígia Millena Ferreira da Silva. - Vitória de Santo Antão, 2022.
33 f.; il.

Orientadora: Érika Michelle Correia de Macêdo
TCC (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Graduação em Nutrição, 2022.
Inclui referências.

1. Beta alanina. 2. Carnosina. 3. Exercícios físicos. 4. Desempenho físico. 5. Suplementos alimentares. I. Macêdo, Érika Michelle Correia de (Orientadora). II. Título.

612.3 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 080/2022

LÍGIA MILLENA FERREIRA DA SILVA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA EM PRATICANTES
DE EXERCÍCIO FÍSICO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de graduação em nutrição.

Aprovado em: 20 / 05 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof.ª Erika Michele Correia de Macedo (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.ª Maria José Laurentina do Nascimento Carvalho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Nutricionista Thaiza Barros de França (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a meus pais que são os
maiores responsáveis por toda minha
graduação e é tudo por eles.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu chegar até aqui.

Aos meus pais, que trabalharam dia a noite para que eu pudesse ter um ensino de qualidade.

À minha irmã, a quem me espelho e sempre me incentivou a não desistir nas inúmeras vezes que eu cogitei.

Meus vários amigos, principalmente Luiz e Anny que aguentaram meus surtos e choros quando eu achava que não iria conseguir e queria desistir.

A todos os meus professores, por todo conhecimento repassado a mim, em especial à minha orientadora Erika Michelle Correia de Macêdo por ter aceitado meu convite para orientação.

A minha amiga, colega de turma e parceira de atividades Thayza Barros, pelos conselhos e auxílios que me dava e também por aceitar o convite de participar da minha banca examinadora.

E por fim, mas não menos importante, quero agradecer a mim mesma por não ter desistido.

RESUMO

A procura por um corpo perfeito e pela melhora do desempenho físico tem influenciado muitas pessoas a utilizarem recursos que prometem a conquista de seus objetivos no menor tempo possível. Pesquisas realizadas no Brasil apontam que o uso de suplementos nutricionais, especialmente de origem proteica, dentre a população não atleta é expressiva, principalmente entre o público praticante de exercícios físicos em academias. Um dos suplementos que entrou recentemente para o mercado e que começa a apresentar evidências iniciais de efetividade em pesquisas científicas é a beta-alanina, aminoácido importante para a síntese de carnosina, um dipeptídeo presente principalmente no músculo esquelético que tem como função diminuir a acidez muscular retardando a fadiga durante a prática do exercício físico. O objetivo geral do presente estudo foi analisar os efeitos da suplementação de beta-alanina em praticantes de exercício físico. Quanto aos procedimentos metodológicos, a revisão bibliográfica foi desenvolvida a partir de estudos exploratórios sobre a suplementação nutricional de beta-alanina. Foram realizadas buscas através do Google Acadêmico nos bancos de dados Scielo e PUBMED por meio de artigos científicos publicados entre os anos de 2012 e 2022, nos idiomas português e inglês, através das seguintes palavras-chave: beta-alanina; B-alanine; carnosine; dietary e supplement. O presente estudo permitiu compreender acerca da temática da suplementação com beta-alanina em praticantes de exercícios físicos e observou-se que um dos principais motivos para justificar o uso de suplementos alimentares em geral é o ganho de massa muscular. A suplementação com beta-alanina aumenta os níveis de carnosina intramuscular podendo melhorar o desempenho e atrasar o processo de fadiga muscular em atletas praticantes de exercícios de alta intensidade, nos quais a redução do pH é bastante acentuada e limitante para o desempenho. Contudo, há controversas acerca do assunto uma vez que a suplementação não se mostrou eficaz em alguns estudos e não se sabe a dosagem correta a ser utilizada e nem os efeitos colaterais a longo prazo. Portanto, se faz necessário a realização de mais estudos com propósito de conhecer mais sobre os efeitos da ação metabólica da carnosina e determinar um protocolo de suplementação que garanta o efeito ergogênico da beta-alanina e que não comprometa a saúde humana.

Palavras-chave: Beta alanina; carnosina; exercícios físicos; desempenho físico; suplementos alimentares.

ABSTRACT

The search for a perfect body and the improvement of physical performance has influenced many people to use resources that promise to achieve their goals in the shortest possible time. Research carried out in Brazil shows that the use of nutritional supplements, especially of protein origin, among the non-athlete population is expressive, especially among the public who practice physical exercises in gyms. One of the supplements that recently entered the market and that is beginning to show initial evidence of effectiveness in scientific research is beta-alanine, an amino acid important for the synthesis of carnosine, a dipeptide present mainly in skeletal muscle that has the function of decreasing muscle acidity, delaying fatigue during physical exercise. The general objective of the present study was to analyze the effects of beta-alanine supplementation in physical exercise practitioners. As for the methodological procedures, the literature review was developed from exploratory studies on the nutritional supplementation of beta-alanine. Searches were carried out through Google Scholar in the Scielo and PUBMED databases through scientific articles published between 2012 and 2022, in Portuguese and English, using the following keywords: beta-alanine; B-alanine; carnosine; dietary and supplement. The present study made it possible to understand about the issue of supplementation with beta-alanine in physical exercise practitioners and it was observed that one of the main reasons to justify the use of food supplements in general is the gain of muscle mass. Supplementation with beta-alanine increases the levels of intramuscular carnosine, which can improve performance and delay the process of muscle fatigue in athletes who practice high-intensity exercises, in which the reduction in pH is quite accentuated and limiting for performance. However, there are controversies on the subject since the supplementation has not been shown to be effective in some studies and the correct dosage to be used and the long-term side effects are not known. Therefore, it is necessary to carry out more studies in order to know more about the effects of the metabolic action of carnosine and to determine a supplementation protocol that guarantees the ergogenic effect of beta-alanine and that does not compromise human health.

Keywords: Beta Alanine; carnosine; physical exercises; physical performance; food supplements.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
<i>2.1 OBJETIVO GERAL</i>	<i>11</i>
<i>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</i>	<i>11</i>
3 METODOLOGIA.....	12
4 REVISÃO DA LITERATURA	13
<i>4.1 SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS E SEU POTENCIAL ERGOGÊNICO.....</i>	<i>13</i>
<i>4.2 CARACTERÍSTICAS DA CARNOSINA</i>	<i>16</i>
<i>4.3 SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA.....</i>	<i>19</i>
<i>4.4 EFEITOS COLATERAIS</i>	<i>22</i>
5 Resultados e discussão.....	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A falta da prática de atividade física em adultos pode resultar em uma expressiva depleção de massa muscular a partir dos 30 anos (até 8% por década). Além disso, o sedentarismo pode estar relacionado a uma diminuição da densidade óssea (NELSON *et al.*, 1994), assim como da taxa metabólica basal e um aumento no acúmulo de gordura, resultando em uma piora significativa da composição corporal (WESTCOTT, 2012). Esse quadro está relacionado a uma série de Doenças Crônicas Não Transmissíveis, como Diabetes Mellitus tipo 2, obesidade, hipertensão e doenças coronarianas, além de uma possível redução na expectativa de vida (ACSM, 2009).

Por outro lado, a busca por um melhor condicionamento e uma boa forma tem levado pessoas de todas as idades à prática de exercícios físicos. Nos últimos anos, a insatisfação corporal vem crescendo entre as pessoas que, com o objetivo de melhorar a aparência física, tem recorrido ao uso de recursos ergogênicos como por exemplo, os suplementos nutricionais, principalmente, os que prometam a conquista de seus objetivos no menor tempo possível (SCHIMITZ; CAMPAGNOLO, 2013). Além disso, a crescente pressão da sociedade e da mídia em relação ao corpo padrão faz com que a popularidade dos suplementos nutricionais seja cada vez maior, tanto no meio esportivo quanto nas academias (SCHNEIDER *et al.*, 2008).

Os suplementos alimentares ou nutricionais são definidos como substâncias adicionadas à dieta, principalmente vitaminas, minerais, aminoácidos, metabólicos, ou combinações de qualquer desses ingredientes (Willians, 2004), com os objetivos de complementar a dieta, suprir as necessidades nutricionais dos indivíduos ou atuar como recurso ergogênico (ZEISER; SILVA, 2007; HALLAK; FRABRINI; PELUZIO, 2007). Ou seja, são os alimentos consumidos na alimentação normal, porém, são vendidos após processos de industrialização, sob diversas formas: líquidos, pós, géis e cápsulas (HIRSCHBRUCH; FISBERG; MOCHIKUKI, 2008; ALBINO *et al.*, 2009).

Apesar da variedade da oferta e do consumo excessivo de suplementos nutricionais, apenas algumas substâncias ergogênicas têm sido efetivamente apoiadas por evidência científica. Um dos suplementos bastante utilizado é a β -alanina, aminoácido importante para a síntese de carnosina, um dipeptídeo presente principalmente no músculo esquelético formado pela junção da Beta-alanina com outro aminoácido conhecido como L-histidina (ARTIOLI *et al.*, 2010; CRAMER *et al.*, 2008; ARTIOLI *et al.*, 2010; RAUCH *et al.*, 2012).

Uma das funções da carnosina é o tamponamento intracelular mantendo o equilíbrio ácido-básico, fator importante no exercício físico, uma vez que a acidose intramuscular está

relacionada com a fadiga muscular e o retardo da fadiga é um dos desafios na prática de exercícios de alta intensidade (ARTIOLI *et al.*, 2009; NICASTRO *et al.*, 2012).

A suplementação de β -alanina se torna mais eficiente para aumentar os níveis de carnosina intramuscular quando comparada com a suplementação da própria carnosina, uma vez que esta é rapidamente metabolizada pela carnosinase presente no plasma (SILVA-MARQUES *et al.*, 2015). A β -alanina é uma suplementação em potencial na prática esportiva, os estudos científicos apontam diferentes doses, sendo necessário maior esclarecimento sobre o uso deste suplemento e sua eficácia.

Entretanto apesar dos vários estudos existentes relatando seus efeitos positivos também há estudos que relatam efeitos adversos relacionados à suplementação de Beta-alanina como no caso de um estudo realizado por Gleen et al (2015) em que uma ciclista treinada alegou parestesia após ingestão de 1,6g de beta-alanina, uma outra ciclista relatou também ter sentido parestesia após ingestão de 3,2g do suplemento, uma outra voluntária após ingerir a mesma quantidade teve que abandonar o experimento referindo sentir fortes dores de cabeça repetidas, porém esta pode ter sido causada por outros fatores, uma vez que apenas uma das participantes relatou os sintomas.

Portanto, uma vez que a utilização de suplementos alimentares seja uma prática muito comum entre praticantes de atividade física, é de suma importância que sejam desenvolvidos mais estudos a fim de evitar o uso errôneo deles, visto que há comprovação da ineficácia de alguns suplementos que continuam sendo comercializados e utilizados indiscriminadamente, sem quaisquer prescrições de um profissional nutricionista. Sendo assim, embora os efeitos adversos a longo prazo da suplementação de Beta-alanina sejam até então desconhecidos o desenvolvimento de mais estudos pode, também, contribuir para utilização de doses corretas, além de descobrir se há prejuízos ou não com seu uso a longo prazo e que assim possa ser utilizada sem que traga prejuízos à saúde dos consumidores.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os efeitos da suplementação de beta-alanina no desempenho de praticantes de exercício físico

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os mecanismos de ação responsáveis pelo potencial ergogênico da beta-alanina;
- Descrever as doses de segurança da beta-alanina, estabelecidas na literatura científica, para obtenção do seu efeito ergogênico;
- Discutir sobre os potenciais efeitos adversos atribuídos ao uso da beta-alanina.

3 METODOLOGIA

Pesquisa do tipo bibliográfica, ao qual foi realizada por meio de pesquisa de informações em artigos científicos.

A pesquisa foi realizada em novembro de 2021 e permitiu o acesso à literatura proveniente de artigos científicos acerca de estudos exploratórios cujo a sua principal vantagem é a compreensão da temática a partir de estudos na área. A análise qualitativa considera a fundamentação apresentada com as relações cognitivas que os autores conseguem desenvolver (GIL, 2008), a partir de seus conhecimentos acadêmicos e experiências profissionais.

A revisão bibliográfica foi desenvolvida a partir de estudos exploratórios sobre a suplementação nutricional de beta-alanina. Foram realizadas buscas através do Google Acadêmico nos bancos de dados Scielo e PUBMED por meio de artigos científicos publicados entre os anos de 2012 e 2022, nos idiomas português e inglês, através das seguintes palavras-chave: beta-alanina; B-alanine; carnosine; dietary e supplement. Os critérios para inclusão foram: periódicos sobre a utilização do suplemento contendo beta-alanina relacionado à prática de exercício físico; artigos científicos recentes (2012 a 2022); e artigos científicos que condizem com a temática.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS E SEU POTENCIAL ERGOGÊNICO

À medida em que o número de praticantes de exercício físico aumenta, cresce também a busca por estratégias que visam melhorar o desempenho e aumentar as respostas fisiológicas adaptativas decorrentes da prática do mesmo. Com isso, estratégias nutricionais, como a utilização de suplementos, estão sendo cada vez mais buscadas e utilizadas, tanto para aumentar o desempenho e acelerar a recuperação do tecido muscular, como, para prevenir possíveis carências nutricionais (WARDENAAR *et al.*, 2016).

O suplemento nutricional integrado no âmbito da prática da atividade físico-desportiva caracteriza-se como toda aquela substância ou conjunto da mesma que tenham como finalidade melhorar a eficiência do esforço físico, o aumento da performance física e a potencialização da recuperação fisiológica muscular após a realização de um esforço intenso, visando uma melhor qualidade de treino, mais eficiência e adaptação fisiológica do indivíduo (KREIDER *et al.*, 2010).

Entende-se por potencial ergogênico a capacidade, hipotética ou comprovada, de uma técnica de treino, de um aparelho mecânico, de uma prática nutricional, de um método farmacológico ou de uma técnica psicológica, no sentido de melhorar a performance física, promovendo, desencadeando ou facilitando adaptações fisiológicas ao treino. Cada um dos suplementos existentes tem um potencial ergogênico específico quando consumidos recorrentemente por atletas praticantes das mais diversas modalidades esportivas (KREIDER *et al.*, 2010).

Sendo assim ajudas ergogênicas são, quaisquer substâncias ou estratégias que auxiliem na preparação, desempenho e recuperação, seja durante ou entre os treinos (intra e inter-treinos), melhorando a eficiência e a resposta ao estímulo muscular que ocorre nos exercícios físicos seja ele de qualquer modalidade ou intensidade. Dessa forma, o atleta poderá treinar com mais intensidade, com maiores cargas de peso e/ou volume de trabalho, evitando (ou pelo menos adiando) a instalação de processos de *overreaching* e *overtraining*, que são a queda da performance e a má adaptação respectivamente, que por consequência, pode ocorrer o risco de vir a padecer de uma qualquer lesão de origem não traumática (que demasiadas vezes, comprometem um regresso dos índices de desempenho físico anteriores) (WILLIAMS, 1999).

Em um estudo bibliográfico realizado por Ferreira *et al.* (2016) mostrou quais são os suplementos alimentares mais utilizados. Nesse estudo, observou-se que diversos são os

motivos que levam os indivíduos a utilizar a suplementação alimentar no geral, conforme é mostrado no Tabela 1.

Tabela 1 – Principais motivos para justificar o uso de suplementos alimentares em geral.

OBJETIVO	N	%
Aumento de Massa Muscular/Peso corporal	21	43,75
Aumento de energia	8	16,66
Compensar dieta	2	4,16
Perder peso	3	6,26
Saúde	7	14,59
Hidratação	2	4,16
Performance	5	10,42

Fonte: Ferreira *et al.* (2016).

Entretanto, alguns especialistas da área de nutrição desportiva são relutantes a este termo, pois consideram que um suplemento só possa ser considerado de categoria ergogênica quando a maioria dos estudos disponíveis demonstrarem, com elevado grau de segurança, que possuiu significativas capacidades de potencializar a performance físico-desportiva. Ou seja, se ajudarem, comprovadamente, um atleta a correr mais e/ou mais rápido, a levantar mais peso, a aumentar o volume de trabalho por treino e a promover a sua recuperação, sem que isso comprometa a sua saúde e integridade física (WILLIAMS, 1999).

Muitos atletas utilizam suplementos alimentares baseando-se apenas na sua popularidade, seja por indicação de outras pessoas que utilizaram e referem seus efeitos como positivos, ou por publicidade da mídia o que por sua vez faz com que consumam tais suplementos sem comprovação científica. Porém, como no passado e, provavelmente, no futuro, a ação de muitos desses suplementos irá ser testada com estudos que envolvem uma série de fatores, tais como: utilização em seres humanos, caso controle com placebo, duplamente cego, randomizado, amostra estatisticamente significativa, avaliação do mecanismo de ação bioquímico, realização em diferentes laboratórios, determinação da segurança do uso desses suplementos a longo prazo, dentre outros (MAHAN; ESCOTT, 2007).

Ainda sobre o estudo de Ferreira *et al.*, (2016), foi apresentado os indivíduos que mais indicam o uso de suplementação alimentar, conforme é mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – Indivíduos que mais indicam o uso de suplementação alimentar na população.

Quem?	N	%
Professor, Instrutor, Treinador	29	60,42
Nutricionista	7	14,58
Médico	5	10,42
Mídia	2	4,16
Amigos	3	6,26
Vendedores	2	4,16

Fonte: Ferreira *et al.* (2016).

O estudo de Ferreira *et al.* (2016) mostra que existe uma porcentagem alta de indicação de suplementação alimentar por indivíduos não capacitados, com a mídia, amigos e vendedores. Os suplementos alimentares quando consumidos por pessoas que não tem necessidade e utilizados em excesso ou de forma incorreta pode resultar na sobrecarga dos órgãos responsáveis pelo processo de metabolismo energético no organismo e, dessa forma, provocar prejuízos à saúde e, até mesmo, falência de órgãos, dependendo da quantidade utilizada. Portanto, é importante que a recomendação seja realizada por profissional capacitado e mediante avaliação prévia individual.

Os suplementos alimentares mais utilizados (Quadro 1), apesar da grande variedade, são as proteínas e aminoácidos e, na maior parte dos casos, o objetivo é aumentar a massa muscular e melhorar a sua recuperação pós-treino (FERREIRA *et al.*, 2016).

Quadro 1 – Suplementos mais utilizados.

SUPLEMENTOS	TIPO
Proteína/Aminoácidos	Albumina, Whey Protein, Aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), Arginina, lisina, ornitina, triptofano e aspartatos.
Carboidratos	Maltodextrina, Dextrose, Carboidratos em gel e Sacarose.
Gorduras	Ácidos graxos Ômega-3 e Triglicerídeos de cadeia média.
Vitaminas	Antioxidantes, ácido pantotênico, Tiamina (B1), Ácido fólico, Riboflavina (B2), B12, Niacina, Ácido ascórbico (C), Piridoxina (B6) e Vitamina E.
Minerais	Cálcio, Fosfato, Cromo, Selênio, Ferro, Zinco e Magnésio.
Extratos de plantas	Fitosteróis anabólicos e Ginseng.
Suplementos industrialmente formulados	HBM (beta-hidroxi-beta-metilbutirato).
Termogênicos	L-carnitina e Cafeína

Fonte: Ferreira *et al.* (2016).

Contudo, os suplementos alimentares proteicos devem ser utilizados com cautela, visto o seu potencial em sobrecarregar o fígado e rins e, conseqüentemente, causar riscos à saúde (FERREIRA *et al.*, 2016).

Segundo o Instituto de Nutrição Integrada (ISSN) existe uma classificação de categorias de suplementos (Quadro 2).

Quadro 2 –Classificação dos suplementos segundo o instituto de nutrição integrada (ISSN) 2004.

Categoria 1 – Suplementos aparentemente eficazes	A maioria dos estudos comprova sua eficácia e efetividade.
Categoria 2 – Suplementos possivelmente eficazes	Estudos iniciais apoiam sua fundamentação teórica, mas é necessária mais investigação, para determinar como poderão afetar o treino e/ou a performance.
Categoria 3 – Suplementos com dados experimentais insuficientes	A teoria pode fazer sentido, mas há falta de investigação para apoiar o seu uso no momento
Categoria 4 – Suplementos aparentemente ineficazes e/ou possivelmente perigosos	A fundamentação teórica faz pouco sentido científico e/ou a pesquisa mostrou claramente serem ineficazes.

Fonte: Kreider *et al.* (2010).

A categoria I corresponde aos suplementos com forte evidência científica em relação a sua eficácia e segurança. A categoria II compreende os suplementos com evidências limitadas ou inconclusivas que suporte a sua eficácia. A categoria III possui pouca ou nenhuma evidência com relação a segurança e eficácia. A categoria IV trata dos suplementos ineficazes ou possivelmente perigosos. A Beta-Alanina está inserida na categoria I.

Portanto, um especialista em nutrição desportiva deve-se direcionar de acordo com uma referência, ajudando os seus atletas a interpretarem a investigação médica e científica inerente aos suplementos nutricionais que possa ter impacto no seu bem-estar e/ou ajudá-los a treinar de uma forma mais prudente e segura.

Dentre os suplementos alimentares, a β -alanina é um dos novos recursos ergonômicos, trata-se de um aminoácido não essencial, produzido de maneira natural pelo corpo humano e é encontrada naturalmente em alimentos como carne bovina, suína, frango e peixe. A β -alanina não participa da construção de músculos pois não participa do processo de síntese de proteínas. Contudo, ela é responsável por causar um aumento dos estoques do dipeptídeo carnosina (β -alanil-L-histidina) em até 50%, atuando como um tamponante de pH intramuscular, ao qual atua evitando a fadiga muscular causada pela produção de lactato como produto do metabolismo energético durante o exercício físico intenso (FALCÃO, 2016).

4.2 CARACTERÍSTICAS DA CARNOSINA

A carnosina (Beta-Alanina, L-Histidina), é um dipeptídeo citoplasmático encontrado em vários tecidos, tais como cardíaco e cerebral, porém está presente em maiores concentrações

tecido muscular esquelético de animais vertebrados e invertebrados, onde a mesma é associada a várias ações fisiológicas, tais como: antioxidante (BOLDYREV *et al.*, 1993), reguladora do acoplamento excitação-contração (LAMONT; MILLER, 1992) regulação da sensibilidade do aparato contrátil ao cálcio, potencialização da liberação do cálcio dos retículos sarcoplasmáticos durante a contração muscular, quelação de ions metálicos, ação antioxidante e inibição da formação de produtos avançados da glicoxidação e lipoxidação (PAINELLI, 2015) protetora de proteínas contra glicação, agindo como um tipo de peptídeo-sacrifício (HIPKISS *et al.*, 1995) e impedindo ligações proteína-proteína reagindo com grupos proteína-carbonil (HIPKISS, 2000). Dentre essas funções a principal no organismo é a de tamponamento do pH devido a sua constante de dissociação de ácidos possuir um valor de 6,83, o que a torna um ótimo tampão dentro do alcance fisiológico do pH (ABE, 2000).

A síntese da carnosina no músculo esquelético ocorre a partir dos aminoácidos L-histidina e Beta-alanina, por meio de uma reação catalisada pela enzima carnosina-sintase. A carnosina pode ser obtida a partir da dieta, uma vez que é encontrada em alguns tipos de carne, porém ela não é absorvida para a corrente sanguínea em sua forma íntegra, visto que a enzima carnosinase, presente no lúmen intestinal e plasma sanguíneo, rapidamente hidrolisa o dipeptídeo (ASATOOR *et al.*, 1970). Além disso, o músculo esquelético é capaz de sintetizar a carnosina, porém não é capaz de captá-la do meio extracelular (BAUER; SCHULZ, 1970).

Os aminoácidos precursores da carnosina (L-histidina e Beta-alanina) são não essenciais e produzidos nos hepatócitos (MATHEWS; TRAUT, 1987). O músculo esquelético depende da sua captação pelas células musculares para que haja produção da carnosina. É importante ressaltar que a enzima carnosina-sintase exibe afinidade muito maior para Beta-alanina, devido a sua constante de equilíbrio que possui um valor aproximado de 16,8 μ M para histidina (HORINISHI *et al.*, 1978) e de 1 a 2,3mM para Beta-alanina (NG; MARSHAL, 1978).

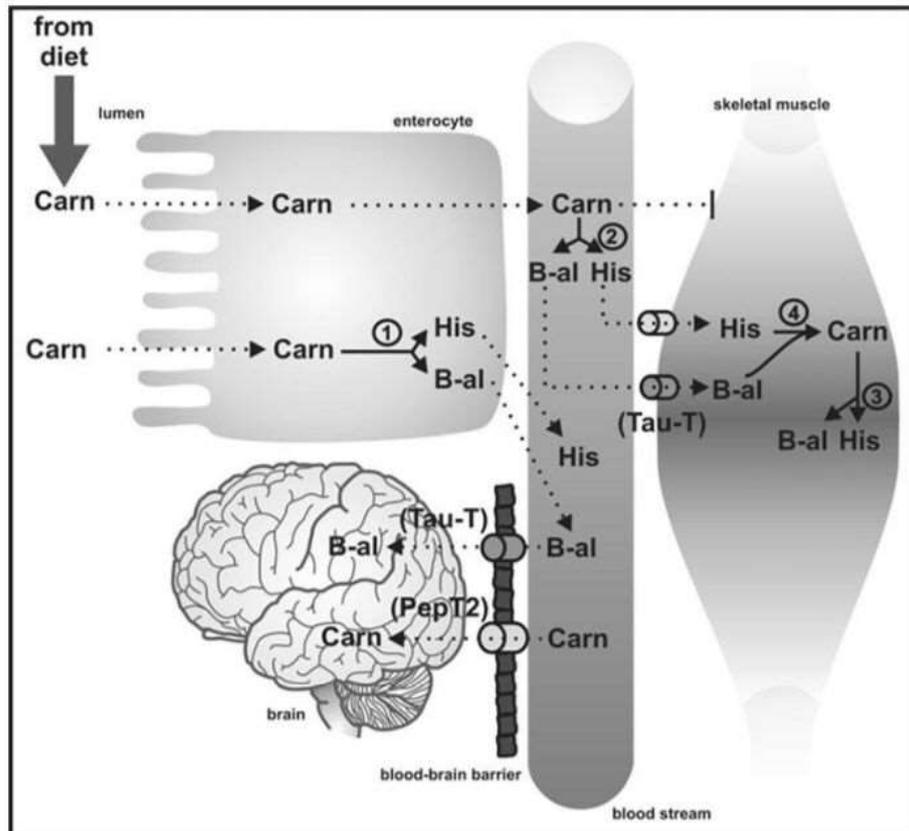
Além disso, as concentrações de histidina plasmáticas e intramusculares são superiores as concentrações de Beta-alanina. Conseqüentemente, considera-se que o fator primordial para produção de carnosina no músculo esquelético tem sido a disponibilidade de Beta-alanina para as células musculares (DUNNETT *et al.*, 1998).

Mamíferos, aves e peixes, especialmente as baleias, com capacidade de desempenhar atividades de curta duração e alta intensidade como, caça de presa ou fuga de predadores, tendem a ter altas concentrações de carnosina no interior das suas células musculares (ABE, 2000). Já foi observado que a concentração de carnosina é tipicamente maior em fibras musculares do tipo II se comparadas as do tipo I, que são consistentes com as funções de

tamponamento do pH e regulador do acoplamento excitação-contração, mas não com outras ações associadas à carnosina (PARKHOUSE *et al.*, 1985).

Essas elevadas concentrações de carnosina observadas em animais são dependentes de intensos esforços físicos, o que sugere que o treinamento físico poderia modular positivamente a quantidade desses dipeptídeos intramusculares. Inclusive, estudos transversais já demonstraram que atletas engajados em atividades de alta intensidade, como remadores e corredores velocistas possuem maiores concentrações musculares de carnosina se comparados à corredores maratonistas e indivíduos não treinados (PARKHOUSE *et al.*, 1985). Nesse sentido, foi demonstrado que fisiculturistas possuem a maior concentração de carnosina intramuscular já observada na população humana (TALLON *et al.*, 2005). Tais estudos mostram que o treinamento físico a longo prazo pode promover o aumento dos níveis de carnosina intramusculares, entretanto, há poucos estudos longitudinais acerca do assunto o que dificulta sua comprovação científica (SUZUKI *et al.*, 2004).

Figura 1 - Ilustração da biodisponibilidade e metabolismo da carnosina



1: carnosinase jejunal; 2: carnosinase sérica; 3: carnosinase tecidual; 4: carnosina sintase; Tau-T: transportador de taurina / Beta-alanina; PepT2: Transportador de carnosina para o cérebro; Carn: carnosina; B-al: Beta-alanina; His: l-histidina.

Fonte: adaptado de Asatoor *et al.* (1970) e Sadikali *et al.* (1975).

4.3 SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA

A Beta-alanina é um aminoácido não essencial produzido pelo fígado identificada pela primeira vez pelo bioquímico russo Vladimir Gulevich, em 1900, é precursor indispensável na produção de carnosina, um dipeptídeo formado pela junção da beta-alanina com L-histidina por meio da enzima carnosina sintase na musculatura esquelética (MATOS *et al.*, 2016), podendo ser obtida também através de alimentos como carnes, aves e peixes (HARRIS, 2007).

Apesar de relativamente recente, a Beta-alanina teve seu primeiro estudo feito em humanos publicado em 2006, nos últimos anos esse aminoácido vem ganhando destaque e sua fama o tornou um dos ingredientes mais populares dentro da Nutrição Esportiva, seu uso pode ser observado em inúmeras fórmulas pré-treino no mercado (TREXLER, *et al.*, 2015). Para se ter uma ideia da popularidade desse componente na Nutrição Esportiva, uma pesquisa realizada por Kelly *et al.* (2013) com atletas profissionais australianos, concluiu que mais de 60% fazia uso de suplementos que continham em sua formulação a Beta-alanina.

No músculo esquelético, a disponibilidade de beta-alanina é um fator limitante para a síntese de carnosina, uma vez que ela demonstrou aumentar consistentemente o conteúdo de carnosina (MUÑOZ *et al.*, 2021), onde ela tem como principal função a regulação do pH, promovendo a sensibilidade das fibras musculares ao cálcio, aumentando a excitação-contração muscular (FURST *et al.*, 2018).

No entanto, a produção endógena de beta-alanina é extremamente baixa e, como consequência, as concentrações plasmáticas encontram-se muitas vezes próximas de zero. Desse modo, a ingestão desse aminoácido é fundamental para aumentar a sua disponibilidade no organismo (ARTIOLI; GUALANO; LANCHETA JUNIOR, 2009).

Quando ingerida na forma de suplemento, a beta-alanina é absorvida tanto no jejuno quanto no íleo - em taxas semelhantes, e transportada diretamente para a circulação através dos enterócitos. Existem três proteínas que realizam esse transporte: taurine transporter (TauT), Sodium and chloride dependent neutral and basic amino acid transporter – B(0+) ou SLC6A14, e Proton-assisted amino acid transporter (PAT1 ou SLC36A1). O transportador B(0+) parece ser o mais importante, podendo realizar co-transporte de beta-alanina, cloro (Cl⁻) e sódio (Na⁺). Um substrato comum a esse transportador é a taurina, sugerindo, então, que pode haver competição entre taurina e beta-alanina, se ingeridas concomitantemente. Logo, sugere-se evitar o consumo de taurina para impedir essa competição e, conseqüentemente, o declínio da absorção de beta-alanina (ARTIOLI *et al.*, 2010).

Segundo Maughan *et al.* (2018), o músculo em repouso possui uma constante de acidez (pKa) de, aproximadamente, 7,0 e, com o trabalho intenso, os íons de H⁺ reduzem a pKa, sendo necessários prótons sequestrantes de H⁺ para a homeostase. A carnosina possui três grupos ionizáveis: o carboxílico (pKa + 2,76), amina do resíduo β-alanina (pKa + 9,32) e átomos de nitrogênio do anel imidazol (pKa + 6,72). Os átomos de nitrogênio do anel imidazol são os responsáveis pela regulação da atividade do sistema tampão intramuscular, pois o valor do pKa é próximo de 7,0, considerado valor ideal do músculo em repouso (FALCÃO, 2016).

Exercícios de alta intensidade, e curta duração, ou esportes envolvendo “Sprints” repetitivos, produzem metabólitos intracelulares, tais como difosfato de adenosina, fosfato inorgânico, íons de hidrogênio e lactato (ARTIOLI *et al.*, 2010) consequentemente esse aumento de íons de hidrogênio aumentam a acidez do pH intracelular, o que é um fator contribuinte para a fadiga do músculo esquelético (DERAVE *et al.*, 2010). Quantidades excessivas de íons H⁺ no meio intracelular podem reduzir tanto a atividade da actina-miosina ATPase como a afinidade da troponina pelo cálcio reduzindo dessa maneira o acoplamento actina-miosina e a capacidade de geração de força muscular (VANHATALO *et al.*, 2009).

Sobre a quantidade de beta-alanina para o potencial efeito ergogênico, doses entre 2 a 6,4g/dia são relatadas (PAINELLI, 2013). Naderi *et al.* (2016) observaram que a dosagem ideal de beta-alanina para indivíduos que desejam aumentar os níveis de carnosina intramuscular variam de 3 a 6g/dia durante um período entre 4 a 10 semanas, porém uma dose de 1,2g/dia para manutenção parece ser mais eficiente. Ainda segundo Naderi *et al.* (2016), a ingestão de beta-alanina durante refeições que contenham carboidratos parece aumentar as concentrações de carnosina muscular, quando comparada com a ingestão do suplemento de forma livre, provavelmente por conta da ação da insulina. Entretanto, Gonçalves (2019) descarta essa hipótese e descreve que a insulina não é necessária para o transporte de beta-alanina no músculo. Uma vez suplementada, a concentração intramuscular da substância pode se manter por até 20 semanas, e o washout (tempo de retorno da carnosina ao seu valor basal) pode variar de 15 a 20 semanas (YAMAGUCHI, 2018).

Entretanto, Jones *et al.* (2017) mostraram em seu estudo que não houve efeito positivo após a suplementação de Beta-alanina sobre a produção da força isométrica voluntária ou eletricamente estimulada, assim como noutro estudo realizado por Hannah *et al.* (2015), onde também não observarem efeito da suplementação de Beta-alanina na contrações voluntárias máximas, sugerindo que a sensibilidade e a liberação de cálcio pode não ser o principal mecanismo pelo qual os níveis de carnosina melhoram o desempenho muscular.

Chung *et al.* (2016) mostraram que os efeitos da suplementação de Beta-alanina são observados durante os exercícios com duração de 5 a 10 minutos, sendo assim sem efeito em exercícios com menos de 5 minutos de duração pois este tempo não seria suficiente para acumulação de íons de hidrogênio no meio intracelular. Sendo assim o efeito da suplementação fica dependente da modalidade esportiva praticada (HOSTRUP, BANGSBO; 2016).

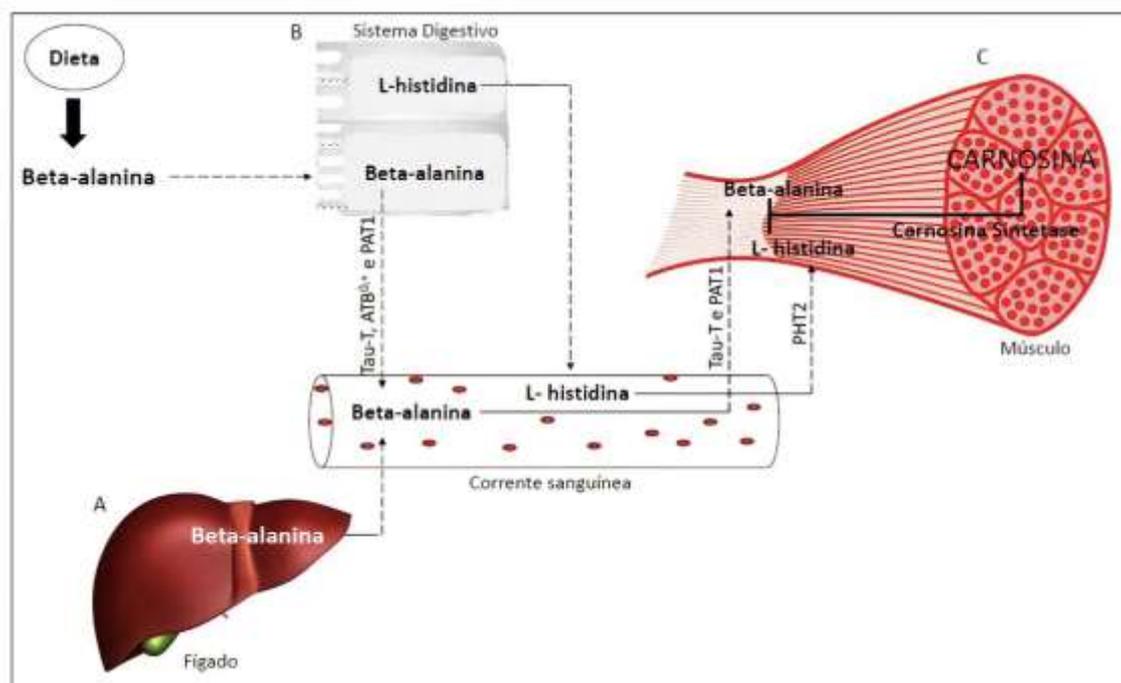
Hill *et al.* (2012) demonstraram, entretanto em seu estudo que indivíduos fisicamente ativos parecem responder positivamente à suplementação de Beta-alanina onde foram utilizadas doses de 6g por dia, durante 4 e 10 semanas, que foram suficientes para aumentar os níveis de carnosina em 60 e 80% respectivamente, no vasto lateral dos participantes, além de aumentar o tempo até a fadiga durante o exercício. Assim como Baguet *et al.* (2010) observaram que 4,8g diárias de Beta-alanina durante 4 semanas foram suficientes para aumentar significativamente os níveis de carnosina e diminuir a acidose intramuscular em 19% durante um teste de alta intensidade realizado em cicloergômetro.

No sexo feminino resultados positivos também foram encontrados por Stout *et al.* (2013), onde analisaram 22 mulheres fisicamente ativas fazendo uso de doses de 6,4g diárias durante 4 semanas, em que foi elevado significativamente o limiar de fadiga neuromuscular e o tempo de exaustão em um teste de esforço contínuo. Em atletas treinados a suplementação de beta-alanina também parece promissora em elevar os níveis de carnosina intramuscular, onde foi feito uso de 6,4g diárias durante 4 semanas e foi possível notar um aumento de 47% no músculo sóleo e 37% no gastrocnêmico (localizados na panturrilha) de velocistas, além de melhorar o desempenho em teste isocinético (DERAVER *et al.*, 2007).

Van Thienen *et al.* (2009) também encontraram resultados positivos em ciclistas após suplementarem 4g por dia durante 8 semanas, e observarem que tiveram aumento de 5 e 11,4% a potência e potência de pico, respectivamente, em teste de pico de sprint isocinético. Stout *et al.* (2006) relataram uma melhora de 16,9% na capacidade física de trabalho no limiar de fadiga em homens após 28 dias de suplementação com beta-alanina.

Portanto, vimos que importância da suplementação de Beta-alanina se dá pelo fato de que ela será um primordial para produção endógena de carnosina, que por sua vez tem função ergogênica, ao minimizar o quadro de acidose intramuscular através do tamponamento, retardando assim a fadiga muscular durante o treinamento físico de alta intensidade (HARRIS *et al.*, 2006).

Figura 2 - Ilustração da produção endógena, transporte de beta-alanina e síntese de carnosina muscular



Síntese endógena de beta-alanina pelo fígado (A); absorção de beta-alanina na dieta pelo sistema digestivo e seu transporte (B); captação de beta-alanina, l-histidina e síntese de carnosina pelo músculo, mediada pela enzima carnosina sintase (C). (2010).

Fonte: Adaptado de Asatoor *et al.* (1970), Bakardjiev e Bauer (1994), Bauer e Schulz (1994), Everaert *et al.* (2013).

4.4 EFEITOS COLATERAIS

O fracionamento da ingestão de beta alanina é indicado para evitar os sintomas de parestesia, descritos como formigamento ou uma sensação espinhosa causando irritação à pele, que aparece dentro de 10 a 20min depois de consumir o suplemento e pode durar cerca de 60min ou mais (HARRIS *et al.*, 2006).

No entanto, uma formulação de liberação lenta de beta-alanina foi desenvolvida (Carnosyn SR TM, Natural Alternatives International, San Marcos, Califórnia, EUA), reduzindo a concentração plasmática máxima de uma dose única, enquanto a liberação no sangue é mantida durante 6h (DÉCOMBAZ *et al.*, 2012). Estudos utilizando os comprimidos de liberação lenta demonstraram sua eficácia evitando os sintomas de parestesia (SALE *et al.*, 2011; SAUNDERS *et al.*, 2012a, 2012b).

Segundo Gonçalves (2019), não existe nenhum malefício à saúde com a suplementação de beta-alanina, já que a substância não afeta o conteúdo muscular ou outros órgãos, como fígado e rins. Possíveis efeitos colaterais incluem apenas erupções cutâneas e/ou parestesia,

efeito mais reportado, porém esse efeito pode ser facilmente contornado, administrando-se a beta-alanina por meio de cápsulas de lenta absorção ou fracionando-se o consumo ao longo do dia, em intervalos que variam de 3 a 4 horas (NADERI *et al.*, 2016; MAUGHAN *et al.*, 2018).

Como sintoma mais comum existe a parestesia, que é a sensação de formigamento ou coceira que se dá principalmente na região da face, mãos e nuca e está associada diretamente à ingestão de doses elevadas de Beta-alanina, contudo seus efeitos não causam maiores danos à saúde, e costumam desaparecer cerca de 60 a 90 minutos após a ingestão da Beta-alanina (TREXLER *et al.*, 2015).

Os mecanismos moleculares da parestesia ainda não estão muito bem esclarecidos, mas sabe-se que, quando administrada de forma oral, a beta-alanina ativa receptores Mas-related G-protein coupled receptor member D (MrgprD), pertencentes às famílias acopladas à proteína G, que desempenha um papel fundamental na mediação de sinais de percepção sensorial. Os receptores MrgprD são localizados nos gânglios da raiz dorsal (GRD), e a beta-alanina parece se ligar diretamente a esses receptores, ativando-os. Como consequência, causam excitabilidade nos neurônios dos GRD, que ecoam diretamente nas percepções sensoriais da pele, acarretando coceira, efeito mais conhecido até o momento da parestesia (GONÇALVES *et al.*, 2020).

Em contrapartida, estudo realizado por Carpentier *et al.* (2015) com mulheres que fizeram uso de cerca de 5,6g de Beta-alanina por dia não foi relatado nenhum efeito colateral por parte das participantes. Assim como no estudo de Stout *et al.* (2006) e Favero *et al.* (2011) seus participantes fizeram uso de 3,2g diárias de beta-alanina e também não relataram sintomas de parestesia ou nenhum outro efeito adverso. Hoffman *et al.* (2014) utilizaram em seu estudo 6g diárias de beta-alanina e também não foi relatado nenhum efeito colateral entre os participantes, assim como no estudo de Van Thienen *et al.* (2009), Sounders *et al.* (2012), Kendrick *et al.* (2009) e Derave *et al.* (2007) que tiveram os mesmos resultados fazendo uso de doses de 2g até 6,4g de beta-alanina.

Entretanto noutro estudo realizado por Gleen *et al.* (2015) uma ciclista treinada alegou parestesia após ingestão de 1,6g de beta-alanina, uma outra ciclista relatou também ter sentido parestesia após ingestão de 3,2g do suplemento, uma outra voluntária após ingerir a mesma quantidade teve que abandonar o experimento referindo sentir fortes dores de cabeça repetidas, porém está pode ter sido causada por outros fatores, uma vez que apenas uma das participantes relatou esse sintoma.

Corroborando com os estudos acima, há outros estudos que relatam a ocorrência de parestesia relacionada à suplementação de Beta-alanina, como no estudo realizado por Gross *et al.*, (2014) onde foi observado que um dos cinco esquiadores competitivos suplementados com

Beta-alanina que fez uso de 4,8g diária durante 5 semanas, sentiu parestesia severa. Por sua vez Chung *et al.* (2012) verificaram que de um total de 41 participantes, 10 nadadores treinados sentiram parestesia após 1 mês suplementando de 3,2g à 4,8g de Beta-alanina por dia. Já Lopez-Gruesso *et al.* (2014) relataram sensação de parestesia em um dos atletas utilizados no estudo após ingestão de 6g por dia de Beta-alanina durante 35 dias.

Contudo, a suplementação de Beta-alanina provavelmente não oferece nenhum risco grave à saúde, se respeitadas as doses máximas sugeridas. Mas a aplicação desse recurso ergogênico no ambiente esportivo ainda precisa ser mais estudada e investigada, pois alguns detalhes da ação da carnosina no organismo ainda precisam ser mais bem esclarecidos (ARTIOLI *et al.*, 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as buscas realizadas na base de dados Scielo e PUBMED foram encontrados 158 artigos para a combinação das seguintes palavras-chave: beta-alanina; B-alanine; carnosina - carnosine; dieta - dietary e suplemento - supplement. Foram selecionados, inicialmente pelo título, 26 artigos que abordavam a suplementação de Beta-alanina e seus efeitos na performance esportiva.

Ao final, foram selecionados 7 artigos investigativos que atendiam aos critérios de busca e seleção propostos pelo presente estudo. As características dos estudos incluídos na revisão sistemática estão expostas no quadro 3.

Quadro 3 – Estudos selecionados para embasamento da discussão.

AUTOR/ANO	PROTÓCOLO APLICADO	PARTICIPANTES DO ESTUDO	RESULTADOS OBTIDOS	EFEITOS COLATERAIS OBSERVADOS
Gleen <i>et al.</i> , (2015)	3,2g de beta-alanina ao dia, durante 28 dias.	22 mulheres ciclistas competitivas	Houve a melhora do desempenho físico no ciclismo	Parestesia e dores de cabeça
Hoffman <i>et al.</i> , (2014)	6g de beta-alanina ao dia, durante 30 dias.	18 homens soldados	Observou-se o aumento do desempenho físico em exercícios de força e combate e aumento do desempenho psicomotor.	Nenhum
Carpentier <i>et al.</i> , (2015)	5,6g de beta-alanina ao dia, durante 60 dias.	15 mulheres e homens fisicamente ativos	Leve aumento do desempenho em treinamento de pliometria	Nenhum
Chung <i>et al.</i> , (2012)	6,4g de beta-alanina ao dia, durante 30 dias.	16 atletas profissionais de <i>hockey</i> e 20 homens recreativamente ativos.	Não foi observado aumento da <i>performance</i> em treinamento de corrida	Nenhum
Bellinger e Minahan (2016)	6,4g de beta-alanina ao dia, durante 30 dias.	14 ciclistas treinados	Houve melhora no <i>sprint</i> de 4x1 km e no tempo de ciclismo supramáximo	Nenhum
Van Thienen <i>et al</i> (2009)	2 a 4g de Beta-alanina por dia durante 8 semanas	17 homens ciclistas treinados (9 suplementados e 8 placebos)	Aumento da produção de energia e da performance atlética	Nenhum
Kendrick <i>et al</i> (2009)	6,4g de Beta-alanina por dia durante	26 homens saudáveis ativos (13 suplementados e 13 grupo placebo)	Não houve melhora no desempenho físico	Nenhum

Fonte: A autora (2022).

A fadiga muscular é definida como a incapacidade do músculo de continuar determinada atividade de intensidade após um determinado período de tempo, o que pode prejudicar o rendimento esportivo (PINTO *et al.*, 2014). Durante os exercícios de alta intensidade um dos principais fatores que leva a essa fadiga é o acúmulo de íons H^+ no interior do miócito, que acaba por gerar uma acidose intramuscular, que por sua vez tende a afetar diretamente nos

processos de contração muscular, no fluxo glicolítico e na ressíntese de fosfocreatina (ARTIOLI *et al.*, 2009). Entretanto o organismo possui mecanismos responsáveis pela manutenção do equilíbrio ácido/básico capazes de atrasar a queda do pH intramuscular, que abrangem os tampões químicos sanguíneos, regulação respiratória e regulação renal. Dentre estes tampões intracelulares destacam-se os aminoácidos, fosfatos e bicarbonato (PINTO *et al.*, 2014).

Quando a produção de íons H^+ é superior à capacidade de tamponamento ou remoção de prótons do músculo esquelético, ocorre a diminuição do pH intramuscular, causando acidez e conseqüentemente leva a um quadro de fadiga gerando assim a incapacidade de continuar o exercício físico (ARTIOLI *et al.*, 2009). Contudo, a suplementação de beta-alanina a longo prazo pode ser considerada um recurso eficaz no aumento dos níveis de carnosina em atletas de diversas modalidades esportivas, logo ela pode ser uma aliada na melhora do desempenho diretamente ou em momentos específicos do treinamento, principalmente em exercícios de alta intensidade.

De acordo com o estudo realizado por Gleen *et al.* (2015), realizado com 22 mulheres ciclistas competitivas que fizeram uso de doses diárias de 3,2g de beta-alanina durante 28 dias, houve melhora no desempenho físico das mesmas durante a realização do exercício, entretanto uma ciclista treinada alegou parestesia após ingestão de 1,6g de beta-alanina, uma outra ciclista relatou também ter sentido parestesia após ingestão de 3,2g do suplemento, uma outra voluntária após ingerir também a quantidade de 3,2g teve que abandonar o experimento referindo sentir fortes dores de cabeça repetidas, porém esta pode ter sido causada por outros fatores, uma vez que apenas uma das participantes relatou este sintoma.

O estudo de Gleen *et al.* (2015) corrobora com Hoffman *et al.* (2014) visto que ambos obtiveram resultados positivos com o uso da Beta-alanina. No estudo de Hoffman *et al.*, (2014), 18 soldados do sexo masculino que fizeram uso de 6g diárias de Beta-alanina durante 30 dias em que participaram de um treinamento militar intensivo foi observado que houve um aumento do desempenho físico em exercícios de força e combate e aumento do desempenho psicomotor (precisão de tiros), contudo diferente do estudo realizado por Gleen *et al.* (2015), não foram relatados efeitos colaterais por parte dos indivíduos que participaram da experiência.

Carpentier *et al.*, (2015), realizaram um estudo com 15 mulheres e homens fisicamente ativos, que fizeram uso de 5,6g de beta-alanina durante 60 dias e observaram apenas um leve aumento no desempenho em treinamento de pliometria e não relataram nenhum efeito colateral assim como Hoffman *et al.* (2015). Em contrapartida, diferentemente dos resultados positivos observados por Gleen *et al.* (2015), Hoffman *et al.* (2014) e Carpentier *et al.* (2015) com o uso

da suplementação de Beta-alanina, em um estudo realizado por Chung *et al.* (2012), 16 atletas profissionais de *hockey* e 20 homens recreativamente ativos fizeram uso de 6,4g diárias de Beta-alanina durante 4 semanas mas não obtiveram resultados positivos quanto aos efeitos da suplementação, pois não foi observado aumento da performance em treinamento de corrida. Por outro lado, corroborando com os estudos de Hoffman *et al.* (2014) e Carpetier *et al.* (2015), seus atletas também não relataram nenhum efeito colateral.

Bellinger e Minahan (2016) realizaram um estudo duplo-cego controlado por placebo, onde 14 ciclistas treinados participaram realizando primeiramente antes da suplementação, duas sessões de ciclismo até a exaustão, e duas tentativas de ciclismo onde percorreram 1, 4 e 10km de distância, posteriormente, fizeram uso de 6,4g diárias de Beta-alanina durante 4 semanas e em novo teste realizado onde, o tempo de exaustão aumentou de 11,5 para 17,6 segundos e para os ciclistas altamente treinados a suplementação de Beta-alanina proporcionou uma melhoria no desempenho de 4km, onde diminuiu cerca de 8,1 segundos no tempo de realização da prova, porém não houve mudanças significativas no desempenho de 1 e 10km. E assim como os demais autores, exceto Gleen *et al.* (2015), neste estudo também não foram relatados efeitos colaterais por parte dos participantes.

Van Thienen *et al.* (2009) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação de beta-alanina sobre o desempenho físico em prova de resistência de ciclismo. Foram examinados 17 homens ciclistas treinados, que foram divididos de forma aleatória em dois grupos. Durante 8 semanas, 9 participantes foram suplementados com 2 a 4g de Beta-alanina e 8 voluntários fizeram parte do grupo placebo, que recebeu a mesma quantidade de maltodextrina. Como resultado, observou-se que o grupo que consumiu Beta-alanina obteve aumento da produção de energia e da performance atlética, sugerindo que a ingestão de Beta-alanina pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a potência de saída durante o sprint final em provas de resistência de ciclismo.

Kendrick *et al.* (2009) realizaram uma pesquisa onde examinaram 26 homens, saudáveis e ativos, durante 10 semanas, com o objetivo de avaliar a influência da carnosina no treinamento intensivo de resistência. Os participantes foram divididos aleatoriamente e igualmente em dois grupos, Beta-alanina e placebo. O grupo suplementado com Beta-alanina ingeriu por dia 6,4g, divididos em 8 doses, e o grupo placebo consumiu a mesma quantidade de maltodextrina. Os atletas foram submetidos a carga de treinos de resistência em academia. A concentração intramuscular de carnosina foi significativamente elevada com a suplementação de Beta-alanina, corroborando com estudos anteriormente citados os participantes não relataram efeitos colaterais, porém o desempenho esportivo não sofreu nenhuma melhora.

Por meio do presente estudo foi possível observar que a suplementação com Beta-alanina aumenta os níveis de carnosina intramuscular podendo melhorar o desempenho e atrasar o processo de fadiga muscular em atletas praticantes de exercícios de alta intensidade, nos quais a redução do pH é bastante acentuada e limitante para o desempenho. Entretanto, alguns estudos realizados que investigam o desempenho de atletas altamente treinados são controversos, o que poderia ocorrer devido a diversos fatores, como o método de treinamento utilizado, a quantidade suplementada, o tempo de duração do experimento e as condições fisiológicas de cada atleta, dentre outros.

Atualmente, não há dados sobre a segurança em relação ao uso prolongado de beta-alanina (acima de 1 ano). Contudo, devido à natureza não essencial desse aminoácido, as preocupações em relação à segurança do seu consumo são baixas (TREXLER *et al.*, 2015).

A suplementação de beta-alanina parece ser segura em populações saudáveis nas doses recomendadas, com moderada a alta probabilidade de aumentar a eficácia e desempenho no exercício. Os indivíduos são aconselhados a suplementar beta-alanina diariamente por um mínimo de 2 a 4 semanas com uma dose de 3,2 a 6,4g / dia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação de Beta-alanina pode ser uma aliada dos praticantes de exercício físico de alta intensidade e curta duração (5 a 10 minutos), uma vez que ela demonstra aumentar os níveis de carnosina intramuscular, o que contribui para o equilíbrio ácido-base que desempenha função tamponante ao retardar a queda do pH intramuscular. Como consequência, ela promove o retardamento da fadiga muscular que ocorre durante a realização do exercício físico, aumentando assim a eficiência e melhorando o desempenho do atleta.

No mais, a suplementação com beta-alanina não traz maiores danos à saúde uma vez que os únicos sintomas relatados em alguns estudos foram parestesia nos membros inferiores, superiores e na região da boca, que duram em torno de 60 a 90 minutos e podem ser evitados fracionando a dose diária da suplementação, ou usando fórmulas de lenta absorção já existentes no mercado. E também dores de cabeça, porém estas dores podem estar relacionadas a outras causas já que foram casos isolados e poucas pessoas relataram.

Contudo, há controvérsias acerca do assunto uma vez que a suplementação não se mostrou eficaz em alguns esportes/indivíduos e não se sabe a dosagem correta a ser utilizada, nem são de conhecimento os efeitos colaterais a longo prazo. Portanto, se faz necessário a realização de mais estudos com propósito de conhecer mais sobre os efeitos da ação metabólica da carnosina e determinar um protocolo de suplementação que garanta o efeito ergogênico da beta-alanina e que não comprometa a saúde humana.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, Indianapolis, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.
- ALBINO, Cleber Silveira; CAMPOS, Pâmela Erthal; MARTINS, Ricardo Leone. Avaliação do consumo de suplementos nutricionais em academias de Lages, SC. **EFDeportes, Revista Digital**, Buenos Aires, n. 134, 2009.
- ARTIOLI, G.G.; GUALANO, B.; LANCHETA JUNIOR, A.H. Suplementação de β -alanina: uma nova estratégia nutricional para melhorar o desempenho esportivo. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 41-56, 2009.
- ARTIOLI, G.G.; GUALANO, B.; SMITH, A.; STOUT, J.; LANCHETA, A.H.JR. Role of Beta-Alanine Supplementation on Muscle Carnosine and Exercise Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Indianapolis, v. 42, n. 6, p. 1162-1173, 2010.
- ARTIOLI, Guilherme Giannini *et al.* Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. **Med Sci Sports Exerc**, Indianapolis, v. 42, n. 6, p. 1162-1173, 2010.
- ASATOOR, A. *et al.* Intestinal absorption of carnosine and its constituent amino acids in man. **Gut**, Rockville Pike, v.11, n.3, p.250-254, 1970.
- BAUER K, SCHULZ M. Biosynthesis of carnosine and related peptides by skeletal muscle cells in primary culture. **European Journal of Biochemistry**, Hannover, v. 219, p. 43-47, 1994.
- BELLINGER, Phillip M.; MINAHAN, Clare L. The effect of β -alanine supplementation on cycling time trials of different length. **European journal of sport science**, Abingdon, Oxon, v. 16, n. 7, p. 829-836, 2016.
- CARPENTIER, Alain *et al.* β -Alanine supplementation slightly enhances repeated plyometric performance after high-intensity training in humans. **Amino acids**, New York : Springer-Verlag, v. 47, n. 7, p. 1479-1483, 2015.
- CHUNG, Weiliang *et al.* Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers. **Nutrients**, Basel, Switzerland, v. 4, n. 10, p. 1441-1453, 2012.
- CRAMER, Joel T. *et al.* Efectos de un suplemento diseñado para incrementar los niveles de ATP sobre la fuerza muscular, la producción de potencia y la resistencia. **PubliCE**, 2008.
- DÉCOMBAZ, J. *et al.* Effect of Slow-Release B-Alanine Tablets On Absorption Kinetics and Paresthesia. **Aminoacids**, New York : Springer-Verlag, v. 43, n. 1, p.67-76, 2012.

DEL FAVERO, Serena *et al.* Beta-alanine (Carnosyn™) supplementation in elderly subjects (60–80 years): effects on muscle carnosine content and physical capacity. **Amino acids**, New York : Springer-Verlag, v. 43, n. 1, p. 49-56, 2012.

FALCÃO, Luiz Eduardo Marinho. B-Alanina E Sua Ação Ergogênica Nutricional No Exercício: Evidências Atuais. **EFDeportes.com, Revista Digital**, Buenos Aires, año 20, n. 206, jul. 2015.

FERREIRA, Alex Bisotto *et al.* Quais os suplementos alimentares mais utilizados? **Cinergis**, Santa cruz do sul, v. 17, n. 1, 2016.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, L. S. **Ação da insulina na captação de beta-alanina pelo músculo esquelético**: efeito sobre o conteúdo de beta-alanina muscular e mecanismos envolvidos. 2019. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

GONÇALVES, L. S. *et al.* Insulin does not stimulate β -alanine transport into human skeletal muscle. **Am J Physiol Cell Physiol.**, Bethesda, Md, v. 318, n. 4, p. 777-786, 2020.

GLENN, J. M. *et al.* Incremental effects of 28 days of beta-alanine supplementation on high-intensity cycling performance and blood lactate in master's female cyclists. **Amino acids**, New York : Springer-Verlag, v. 47, n. 12, p. 2593-2600, 2015.

GLENN, J. M. *et al.* Effects of 28-Day Beta-Alanine Supplementation on Isokinetic Exercise Performance and Body Composition in Female Masters Athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Champaign, IL, v. 30, n. 1, p. 200-207, 2016.

HALLAK, Amanda; FABRINI, Sabrina Pinheiro; PELUZIO, M^a do C. Gouveia. Avaliação do consumo de suplementos nutricionais em academias da zona sul de Belo Horizonte, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 7, 2007.

HIRSCHBRUCH, M. D.; CARVALHO, J. R. (org). **Nutrição Esportiva: uma visão prática**. 2. ed. Barueri. Manole, 2002.

HIRSCHBRUCH, Marcia Daskal; FISBERG, Mauro; MOCHIZUKI, Luis. Consumo de suplementos por jovens frequentadores de academias de ginástica em São Paulo. **Revista Brasileira de medicina do Esporte**, São Paulo, v. 14, p. 539-543, 2008.

HOFFMAN, Jay R. *et al.* β -alanine supplementation improves tactical performance but not cognitive function in combat soldiers. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Kingdon, 11, n. 1, p. 1-8, 2014.

KELLY, Vincent G. *et al.* Prevalence, knowledge and attitudes relating to β -alanine use among professional footballers. **Journal of science and medicine in sport**, Belconnen, v. 20, n. 1, p. 12-16, 2017.

- KREIDER, Richard B. *et al.* ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the international society of sports nutrition**, Kingdon, v. 7, n. 1, p. 1-43, 2010.
- LAJE, Elton Bicalho. Efeitos ergogênicos da beta-alanina para a performance. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 16 n. 46, 2021.
- MAUGHAN, R.J. *et al.* IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, Eng, v. 1, n. 17, p. 1-17, 2018.
- NADERI, A. *et al.* Timing, optimal dose and intake duration of dietary supplements with evidence-based use in sports nutrition. **Journal of exercise nutrition & biochemistry**, Changwon, Gyeongnam, v. 20, n. 4, p. 1-12, 2016.
- NELSON, Miriam E. *et al.* Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: a randomized controlled trial. **Jama**, Chicago, v. 272, n. 24, p. 1909-1914, 1994.
- NICASTRO, Humberto *et al.* Effects of creatine supplementation on muscle wasting and glucose homeostasis in rats treated with dexamethasone. **Amino Acids**, Viena; New York, v. 42, n. 5, p. 1695-1701, 2012.
- PAINELLI, V. S. **Influência do estado de treinamento sobre o desempenho físico em resposta à suplementação de beta-alanina**. 2013. Tese (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- PAINELLI, V. de S. Metabolismo de carnosina, suplementação de β -alanina e desempenho físico: atualização - parte I. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 9. n. 52. p.361-378, 2015.
- PINTO, Camila Lemos; DE SALLES PAINELLI, Vitor; JUNIOR, Antonio Herbert Lancha. Lactato: de causa da fadiga a suplemento ergogênico? **Revista Brasilei**, São Paulo, v. 22, n.2, p. 173-181, 2014.
- RAUCH, R. E.; ROBINSON, P. H.; ERASMUS, L. J. Effects of sodium bicarbonate and calcium magnesium carbonate supplementation on performance of high producing dairy cows. **Animal feed science and technology**, Pretória, v. 177, n. 3-4, p. 180-193, 2012.
- SADIKALI F, DARWISH R, WATSON WC. Carnosinase activity of human gastrointestinal mucosa. **Gut**, London, v. 16, p. 585-589, 1975.
- SCHMITZ, J. F.; CAMPAGNOLO, P. D. B. Características de Dismorfia Muscular em Praticantes de Musculação: Associação com o Consumo Alimentar. **Brazil Journal Sports Nutrition**, Santa Catarina, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2013.
- SCHNEIDER, C.; MACHADO, C.; LASKA, S.M.; LIBERALI, R. Consumo de Suplementos Nutricionais por Praticantes de Exercício Físico em Academias de Musculação de Balneário Camboriú-SC. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, Balneário Camboriu, v. 2, n. 11, p.

307-322, 2008. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/74/72>. Acesso em: 04 nov. 2021.

SILVA, C. M da; SOARES, E. de A.; COELHO G. M. de O. Efeito da suplementação de β -alanina em atletas praticantes de atividade física e sedentários. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 9, n. 56, p. 575- 591, 2015.

SILVA-MARQUES, Renata Pereira da *et al.* Suplementos múltiplos para novilhas de corte a pasto no período seco: características nutricionais. **Semina-ciencias agrarias**, Londrina, p. 509-524, 2015.

TREXLER, Eric T. *et al.* International society of sports nutrition position stand: Beta Alanine. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, Philadelphia, PA, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2015.

VAN THIENEN, Ruud *et al.* Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling. **Medicine and science in sports and exercise**, Hagerstown, Maryland, v. 41, n. 4, p. 898-903, 2009.

WESTCOTT, Wayne L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current sports medicine reports**, Filadélfia, PA, v. 11, n. 4, p. 209-216, 2012.

WILLIAMS, Melvin. Suplementos Dietéticos e Desempenho Esportivo: Introdução e Vitaminas. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, n. 64, p. 56-61, jan./fev. 2004.

YAMAGUCHI, G. C. **Efeito da cinética de washout de carnosina muscular após a suplementação de beta-alanina**. 2018. Tese (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ZANDONÁ, B.A. *et al.* Efeito da suplementação de beta-alanina no desempenho: Uma revisão crítica. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 12, n. 69, p.116-124, 2018.