

UNIBRA – CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO

NÚCLEO DE SAÚDE

CURSO DE NUTRIÇÃO

PEDRO FELIX DE LUCENA

**OS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-
ALANINA EM EXERCÍCIOS DE ALTA
INTENSIDADE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

RECIFE

2021

PEDRO FELIX DE LUCENA

**OS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-
ALANINA EM EXERCÍCIOS DE ALTA
INTENSIDADE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel e Nutrição.

Professor (a) Orientador (a): Mestra. Katharine Angélica Aguiar Wanderley.

Professor (a) Coorientador (a): Mestre. Pedro Henrique Lopes Perim.

RECIFE

2021

L935e

Lucena, Pedro Felix de

Os efeitos da suplementação de beta-alanina em exercícios de alta intensidade: uma revisão de literatura. Pedro Felix de Lucena. - Recife: O Autor, 2021.

27 p.

Orientador: Me. Katharine Angélica Aguiar Wanderley.
Coorientador: Pedro Henrique Lopes Perim.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Nutrição, 2021.

1.Fadiga muscular. 2.Carnosina. 3.Suplemento dietético.
4.Acidose metabólica. - UNIBRA. II. Título.

CDU: 612.39

PEDRO FELIX DE LUCENA

**OS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-
ALANINA EM EXERCÍCIOS DE ALTA
INTENSIDADE: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Artigo aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição, pelo Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, por uma comissão examinadora formada pelos seguintes professores:

Prof.^a Mestra Katharine Angélica Aguiar Wanderley

Professor (a) Orientador (a)

Prof.^a Mestra Mayara Alves Leal Guimarães

Professor (a) Examinador (a)

Prof.^a Mestra Priscila Maia Ferreira Silva Nogueira

Professor (a) Examinador (a)

Recife, _____ de _____ de 2021.

NOTA: _____

Dedico este trabalho a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo apoio e todos que estiveram ao meu lado nessa caminhada.

.

*“Não há saber mais ou saber menos:
há saberes diferentes...”
(Paulo Freire)*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 HIPÓTESE.....	11
3 JUSTIFICATIVA.....	11
4 OBJETIVOS	12
5 REFENCIAL TEÓRICO.....	12
5.1 CARACTERÍSTICAS DA CARNOSINA.....	12
5.2 SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA E CONTEÚDO INTRAMUSCULAR DE CARNOSINA.....	15
5.3 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DA BETA-ALANINA EM EXERCÍCIOS DE ALTA INTENSIDADE.....	17
6 METODOLOGIA	18
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
8 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	25

OS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA EM EXERCÍCIOS DE ALTA INTENSIDADE: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

Pedro Felix de Lucena

Katharine Angélica Aguiar Wanderley¹

Pedro Henrique Lopes Perim²

RESUMO

Exercícios de alta intensidade estão relacionados com a melhora da saúde, estética e/ou performance. No decorrer do exercício físico intenso, acontecem alterações no metabolismo intramuscular que desencadeiam um desequilíbrio ácido-base e acidificam o ambiente. A acidificação do meio provoca a acidose muscular, que conseqüentemente reduz o desempenho. Dessa maneira a literatura apresenta diversos trabalhos sobre a suplementação de beta-alanina agindo como tamponante intramuscular, ou seja, realizando o controle do pH e por consequência, o aumento da performance. O objetivo do trabalho foi demonstrar os efeitos da suplementação de beta-alanina em exercícios de alta intensidade e fatores relacionados ao seu metabolismo. Trata-se de uma revisão da literatura no qual foi realizada uma busca delimitada de artigos nas bases de dados Pubmed, Google acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO). Apenas 9 artigos apresentaram relevância para o trabalho e corroboraram com o que já existia na literatura. Demonstrando que a suplementação de BA foi capaz de retardar a fadiga neuromuscular em variados testes com condições de trabalho em alta intensidade. Após análise dos artigos, os mesmos apresentaram aumento da performance nos grupos suplementados com doses que variaram de 3,2-6,4g/dia por no mínimo 4 semanas.

Palavras-chaves: Fadiga muscular. Carnosina. Suplemento dietético. Acidose metabólica.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela prática de atividade física é crescente, seja com o objetivo de melhora da saúde, estética e/ou performance (SANTOS; FARIAS, 2017).

¹Professor (a) da UNIBRA. Mestra. E-mail: katharineangelica1@gmail.com

²Grupo de Pesquisa em Fisiologia Aplicada e Nutrição, Divisão de Reumatologia, Faculdade de Medicina FMUSP, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Mestre. E-mail: pedroperim13@gmail.com

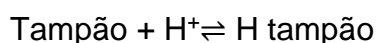
Pensando nisso, um dos maiores aliados para alcançar tais finalidades é o exercício de alta intensidade, principalmente visando a melhora no desempenho esportivo. Porém, o exercício nessa condição é capaz de alterar rapidamente o perfil metabólico intramuscular, causando diversas dificuldades para a estabilidade da intensidade (FITTS, 1994).

Em contrapartida, durante o exercício físico intenso, ocorre depleção nas reservas de creatina fosfato e diminuição nas moléculas de adenosina trifosfato (ATP), que são alterações necessárias para a geração de energia na célula (ROBERGS; GHIASVAND; PARKER, 2004). Também verifica-se aumento nos metabólitos intracelulares como a adenosina difosfato, fosfato inorgânico, íons de hidrogênio (H⁺) e o lactato. Essas transformações ocorridas no sistema muscular são responsáveis por causar a acidose muscular (AM) (FITTS, 1994; QUESNELE *et al.*, 2014).

Na ocorrência de AM, ocorre a acidificação do meio pela produção de ácido láctico, causando liberação de H⁺ e resultando no lactato como produto final (ROBERGS; GHIASVAND; PARKER, 2004; BOYAS; GUÉVEL, 2011). Em consequência do baixo pH, acontece a redução da ressíntese de fosfocreatina, atenuação da glicólise, diminuição na capacidade de contratilidade do músculo e aumento da percepção de esforço. Tem sido sugerido que a redução do pH é um dos fatores geradores da fadiga muscular (FM), com subsequente redução do desempenho. A FM, por sua vez, não possui seu mecanismo totalmente esclarecido (FINSTERER, 2012; QUESNELE *et al.*, 2014).

Levando em consideração que a regulação do pH é essencial durante a realização de exercícios de alta intensidade, estratégias para a remoção de H⁺ tornam-se fundamentais para a sustentação da intensidade (LANCHA JUNIOR *et al.*, 2015; TREXLER *et al.*, 2015). Diante disso, alinhado ao crescimento da nutrição esportiva, a suplementação de recursos ergogênicos está cada vez mais recorrente.

Uma estratégia proposta por Lancha Junior *et al.* (2015) para controle da AM, é que a utilização de suplementos tamponantes seria ideal. Denominam-se “tampão” as substâncias que detêm a capacidade de se ligar reversivelmente ao íon de hidrogênio, como demonstra a reação abaixo (QUESNELE *et al.*, 2014):



Dentre os ergogênicos, utilizados com fim de tamponar os íons de hidrogênio e prolongar a FM, pode-se mencionar o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e a beta-alanina (BA) (QUESNELE *et al.*, 2014; SIEGLER *et al.*, 2016; MAUGHAN *et al.*, 2018). O bicarbonato de sódio é um dos recursos utilizados devido ao seu papel de tamponamento no meio extramuscular, através do sistema-tampão do bicarbonato (HCO_3^-). Para que ocorra aumento no nível de HCO_3^- sanguíneo, torna-se necessário a ingestão de NaHCO_3 , sendo absorvido no trato gastrointestinal e transportado para o sangue (SIEGLER *et al.*, 2016; MALIQUEO *et al.*, 2020).

Devido à sua alta comprovação científica, a BA se destaca por demonstrar aumento significativo nos níveis de carnosina muscular, provocando o efeito tamponante intramuscular durante a prática esportiva, que se sobressai ao efeito do bicarbonato (TREXLER *et al.*, 2015; SAUNDERS *et al.*, 2016; MAUGHAN *et al.*, 2018). A literatura apresenta que a beta-alanina tem melhor eficácia no tamponamento em exercícios de duração entre 30 segundos e 10 minutos (HEIBEL *et al.*, 2018).

O objetivo desta revisão é demonstrar os efeitos da suplementação de BA no desempenho esportivo em exercícios de alta intensidade e fatores relacionados ao seu metabolismo.

2. HIPÓTESE

A suplementação de beta-alanina é capaz de retardar a fadiga muscular e aumentar o desempenho na prática esportiva de alta intensidade.

3. JUSTIFICATIVA

Esse tema é de extremo interesse para a área da nutrição esportiva, pois a suplementação, alinhada ao plano alimentar, visa aumentar o rendimento dos atletas, o qual é considerado um dos pontos-chave na realização das provas durante as competições.

A motivação pelo tema partiu das recentes publicações sobre a beta-alanina, as quais despertaram o interesse em estudar profundamente seus mecanismos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Demonstrar os efeitos da suplementação de beta-alanina em exercícios de alta intensidade e fatores relacionados ao seu metabolismo.

4.2 Objetivos Específicos

- Detalhar o mecanismo de ação da beta-alanina e benefícios em relação à fadiga muscular durante o exercício de alta intensidade;
- Apresentar as recomendações de suplementação de beta-alanina para atletas;
- Abordar as interações nutricionais existentes na suplementação do beta-alanina;
- Abordar os efeitos colaterais causados pela suplementação.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 CARACTERÍSTICAS DA CARNOSINA

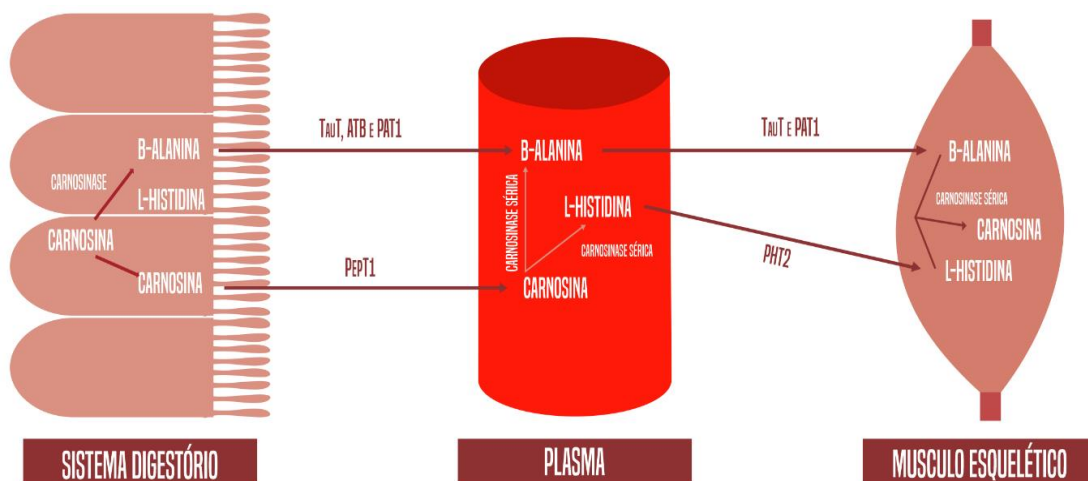
Apesar do interesse pelos papéis fisiológicos da carnosina ser recente na área de suplementação nutricional e recursos ergogênicos, ela tem sido objeto de estudo por mais de 100 anos. Esse dipeptídeo foi descoberto no século XIX, mais precisamente no ano de 1900, pelo bioquímico russo Vladimir Gulewitch e, desde aquela época, muitas funções foram surgindo para esse composto. Os primeiros experimentos que investigaram os papéis fisiológicos da carnosina demonstraram que, quando em altas concentrações, possibilitava ao músculo esquelético desenvolver uma maior resistência à fadiga neuromuscular (LANCHA JUNIOR *et al.*, 2015; PAINELLI *et al.*, 2015; TREXLER *et al.*, 2015).

A carnosina (β -alanina-L-Histidina) é um dipeptídeo citoplasmático detectado em alguns tecidos, tais como o cardíaco e o cerebral. Entretanto, é no músculo esquelético que ela se encontra em maior abundância. Várias ações fisiológicas são associadas à carnosina no músculo, como função antioxidante, reguladora da sensibilidade do aparato contrátil ao cálcio e potencialização da liberação do cálcio dos retículos sarcoplasmáticos durante a contração muscular. Porém, sua principal função e maior comprovação é a de tamponamento do pH

intramuscular, devido à sua imensa capacidade de se ligar aos íons de H⁺ (HARRIS *et al.*, 2006; BASSINELLO *et al.*, 2018; HOFFMAN, VARANOSKE, STOUT, 2018).

A carnosina é sintetizada a partir da condensação dos aminoácidos L-histidina e beta-alanina, em uma reação catalisada pela enzima carnosina-sintase, tendo seu principal local de síntese o músculo esquelético (TALLON *et al.*, 2005; TREXLER *et al.*, 2015). Ela pode ser encontrada em alguns tipos de carnes, sendo obtida através da dieta, porém o músculo não consegue captar a carnosina na sua forma íntegra. Visto que, quando ela chega no lúmen intestinal, sofre a ação da carnosinase ou é transportada ainda de forma intacta para o plasma sanguíneo através de uma proteína denominada PepT1, onde ocorrerá o processo de clivagem pela carnosinase sérica (Figura 1) (HOFFMAN, VARANOSKE, STOUT, 2018; PERIM *et al.*, 2019).

Figura 1 - Vias de absorção da carnosina.



Fonte: Adaptado de PAINELLI *et al.*, 2015.

Como mencionado anteriormente, o músculo esquelético só é capaz de sintetizar a carnosina e não de captá-la do meio extracelular (PERIM *et al.*, 2019). Ele também não produz nenhum dos aminoácidos precursores da carnosina, uma vez que a histidina é um aminoácido essencial e a BA possui sua síntese endógena restrita ao tecido hepático. Dessa maneira, a síntese do dipeptídeo torna-se dependente da captação desses aminoácidos pelas células musculares. Uma vez dentro das células musculares, a enzima carnosina-sintase demonstra maior afinidade pela beta-alanina. A prova para tal afirmação é a constante de equilíbrio da enzima apresentar maior valor para a histidina do

que a BA, 16,8 μM e 1 a 2,3 mM respectivamente, essas características irão influenciar na ligação da beta-alanina ao sítio ativo da enzima carnosina sintase. Em consequência disso, tem sido apontado que a disponibilidade de BA para a célula muscular é um ponto limitante para a síntese de carnosina no músculo esquelético (FREITAS *et al.*, 2015; PAINELLI *et al.*, 2015; PERIM *et al.*, 2020; REZENDE *et al.*, 2019).

Alguns estudos demonstram que a concentração de carnosina é aumentada em animais que possuem a capacidade de realizar exercícios de alta intensidade ou *sprints* prolongados, seja para caça ou fuga de predadores. Além disso, a concentração é naturalmente mais elevada em fibras do tipo II (contração rápida) em relação às fibras do tipo I (contração lenta). As contrações mais elevadas encontradas nas fibras de rápida contração são consistentes com o papel no tamponamento do pH, assim como desempenham um papel regulador no acoplamento excitação-contração (TALLON *et al.*, 2005; TREXLER *et al.*, 2015; MATÉ-MUÑOZ *et al.*, 2018; MAUGHAN *et al.*, 2018). Apesar dos dados apresentados, na literatura não há trabalhos que analisem alterações do pH muscular em diferentes concentrações deste dipeptídeo.

As elevadas concentrações de carnosina em animais submetidos a intensos esforços para a sua sobrevivência propõem que o treinamento físico possui a capacidade de modular positivamente as concentrações intramusculares deste dipeptídeo (BOLDYREV, ALDINI, DERAIVE, 2013; TREXLER *et al.*, 2015). Já foi demonstrado por estudos que atletas bem treinados em atividades glicolíticas (alta intensidade e curta duração), como remadores e corredores velocistas, possuem um conteúdo de carnosina muscular maior comparado a corredores maratonistas e indivíduos de atividade oxidativa (TREXLER *et al.*, 2015). Ainda nesse sentido, o estudo de Suzuki *et al.* (2004) investigou o efeito do treinamento de alta intensidade nas mudanças no conteúdo de carnosina muscular, e os resultados da sua investigação resultaram em uma duplicação do conteúdo após 8 semanas de treinamento em indivíduos sedentários submetidos a este tipo de treinamento (ZANELLA, ALVES, SOUZA, 2017; HOFFMAN, VARANOSKE, STOUT, 2018). Entretanto, outros estudos com a mesma intensidade não puderam demonstrar resultados semelhantes,

então fazem-se necessárias novas pesquisas (BEX *et al.*, 2014; ZANDONÁ *et al.*, 2018).

5.2 SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA E CONTEÚDO INTRAMUSCULAR DE CARNOSINA

As concentrações de histidina plasmática e intramuscular são consideravelmente maiores do que as concentrações de BA, tanto no meio intra quanto no meio extracelular. Desse modo, a síntese de carnosina muscular torna-se limitada pela biodisponibilidade do aminoácido beta-alanina, que se faz necessária à suplementação para ocorrer aumento na disponibilidade do aminoácido (BOLDYREV, ALDINI, DERAIVE, 2013; PERIM *et al.*, 2019).

Em decorrência das dúvidas em relação à dose de suplementação, HARRIS *et al.* (2006) desenvolveram alguns estudos para analisar se a suplementação de BA seria capaz de aumentar o conteúdo de carnosina plasmática. No primeiro estudo eles testaram 3 diferentes doses agudas 10, 20 e 40 mg/kg de peso corporal e observaram que todas as doses induziram aumento significativo da concentração de BA plasmática, considerando-se um comportamento “dose-resposta”. Contudo, a maior dose (40mg/kg) provocou maior pico de BA no sangue, porém causou parestesia intensa (colateral), ou seja, sensação de coceira na pele. O colateral apareceu cerca de 20 minutos após a ingestão do aminoácido e durou cerca de 1 hora.

A dose intermediária (20mg/kg) também proporcionou sintomas semelhantes, entretanto em intensidade menor e até certo ponto considerado suportável. Simultaneamente, a concentração de BA plasmática em relação a dose de 20mg/kg também foi moderada. Já a dose de 10mg/kg apresentou um pico de BA sanguínea bastante discreto e não produziu colaterais, indicando assim que os sintomas de parestesia estão associados a elevadas concentrações do aminoácido. Esses dados fizeram os autores concluírem que a dose única máxima tolerável é de 10mg/kg tópico (HARRIS *et al.*, 2006).

Após os resultados e conclusões do primeiro estudo, os autores investigaram diferentes protocolos de suplementação de BA, dessa vez de maneira crônica (4 semanas). Os participantes foram divididos em três grupos: 1) suplementado com placebo; 2) suplementado com 800 mg de beta-alanina

(equivalente à dose única máxima de 10 mg/kg) 4 vezes ao dia, totalizando 3,2 g/dia; e 3) suplementado com 800 mg de BA 8 vezes por dia, totalizando 6,4 g/dia. Os resultados obtidos foram de que os grupos suplementados apresentaram aumento no conteúdo de carnosina intramuscular. Entretanto, o grupo com maior dose (6,4g/dia) demonstrou maior eficiência do que a dose de 3,4g/dia. Os grupos apresentaram, respectivamente, um aumento de 60% e 40% no conteúdo do dipeptídeo intramuscular tópico (HARRIS *et al*, 2006).

Antes da suplementação de beta-alanina, é estimado que a carnosina contribua com cerca de 10% para o efeito de tamponamento total do músculo esquelético. E após o aumento de 60% do conteúdo da carnosina intramuscular, sua contribuição na função tamponante aumentou de 10% para, aproximadamente, 15% (HARRIS *et al*, 2006; ZANDONÁ *et al*, 2018). Apesar da comprovação científica demonstrando a eficácia da suplementação de beta-alanina, alguns estudos afirmam que a quantidade estimada de BA utilizada para a conversão em carnosina muscular foi de apenas $2,1 \pm 1,2\%$ do que foi ingerido (suplementação de 6,4g/dia por 4 semanas), o que significa que mais da metade é designada para outras funções fisiológicas e até mesmo excretada pela urina em menor quantidade (~3%) (PERIM *et al.*, 2019, 2020).

Diante disso, algumas estratégias podem ser traçadas para auxiliar no aumento da utilização de beta-alanina para sua conversão em carnosina. Alguns estudos apresentam que os principais fatores que contribuem para às alterações no conteúdo de carnosina no músculo parecem estar relacionados à dosagem diária oferecida e duração do protocolo de suplementação (CHURCH *et al.*, 2017). Nesse caso, Stellingwerff *et al.* (2012) apresentou elevações duas vezes maiores na carnosina dos músculos tibial anterior e gastrocnêmio, com doses maiores de 3,2g/dia em comparação com doses de 1,6g/dia de beta-alanina durante 4 semanas. Posteriormente, a suplementação de ambos os grupos foi continuada com 1,6g/dia até 8 semanas e a carnosina muscular continuou a aumentar. Demonstrando que as concentrações de carnosina sofrem uma influência maior nas primeiras semanas de suplementação.

Outra estratégia para diminuição de colaterais e melhor aproveitamento da BA é a formulação de liberação sustentada, permitindo doses únicas toleráveis maiores e aumento da dosagem diária. Um estudo utilizou como

protocolo a liberação sustentada com uma suplementação de 12g/dia por 2 semanas e o grupo de 6g/dia e placebo durante quatro semanas. No final da pesquisa foi apresentado que os grupos suplementados apresentaram os mesmos níveis de parestesia, o que demonstra que é possível utilizar por mais tempo e aumentar as dosagens diárias sem acentuar o desconforto, podendo levar a maiores ganhos de carnosina muscular (CHURCH *et al.*, 2017).

Tendo em vista que a carnosina é composta pela BA + L-histidina e dependente da disponibilidade de ambos, a co-suplementação poderia ser uma metodologia que ampliasse as concentrações de carnosina muscular. Porém, a co-suplementação de BA e histidina é capaz de evitar a depleção dos estoques de histidina muscular que ocorre com a suplementação prolongada de BA, mas o conteúdo de carnosina intramuscular não apresentou alteração quando comparado com o protocolo tradicional de suplementar apenas BA (HARRIS *et al.*, 2006; CHURCH *et al.*, 2017; DOLAN *et al.*, 2019).

5.3 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DA BETA-ALANINA EM EXERCÍCIOS DE ALTA INTENSIDADE

Quando se fala em exercício de alta intensidade, associa-se a atividades de curta duração e ao metabolismo glicolítico, pois o corpo não consegue manter um ritmo muito elevado por longos períodos de tempo devido às alterações metabólicas causadas pelo exercício (LANCHA JUNIOR *et al.*, 2015). De acordo com Strath *et al.* (2013), para que o exercício seja considerado de alta intensidade o consumo de oxigênio deve estar acima de 59% do Vo₂MAX ou dentro dos outros parâmetros descritos na figura 2.

Figura 2- Descrição de intensidade do exercício

Intensity	Relative Intensity			Absolute Intensity	
	Vo ₂ max (%) Heart Rate Reserve, %*	Maximal Heart Rate, %	RPE	Intensity	METs
Very light	<25	<30	<9	Sedentary	1–1.5
Light	25–44	30–49	9–10	Light	1.6–2.9
Moderate	45–59	50–69	11–12	Moderate	3.0–5.9
Hard	60–84	70–89	13–16	Vigorous	≥6.0
Very hard	≥85	≥90	>16		
Maximal	100	100	20		

METs indicates metabolic equivalents; RPE, rating of perceived exertion; and Vo₂max, maximal aerobic capacity.

*% Heart rate reserve (HRR) formula=Maximal heart rate (HR)–resting HR=HRR; calculate HRR target by (HRR×%value)+resting HR.

Fonte: STRATH *et al.*, 2013.

Nesse sentido, a literatura apresenta vários trabalhos com a utilização da BA no aumento da carnosina para a manutenção do equilíbrio ácido-base, visto que a AM é um dos fatores que limitam o rendimento esportivo (HOFFMAN, VARANOSKE, STOUT, 2018, LANCHÁ JUNIOR *et al.*, 2015; DUCKER, DAWSON, WALLMAN, 2013).

Alguns trabalhos utilizam testes progressivos máximos, ou seja, a intensidade inicial é baixa e vai progredindo até a exaustão. Essa modalidade apresenta algumas vantagens, tais como o monitoramento das alterações metabólicas sofridas pelo exercício e a aplicação precisa da carga. São testes muito úteis para analisar o impacto da suplementação sobre o metabolismo energético no decorrer do exercício (FREITAS *et al.*, 2015).

Alguns estudos que utilizaram essa modalidade confirmaram, em diferentes populações (homens, mulheres e idosos), que a suplementação de beta-alanina foi eficaz para a melhora do rendimento. Nos três estudos foram utilizados, pelos pesquisadores, o teste de capacidade no limiar da fadiga e todos demonstraram retardo no surgimento da fadiga neuromuscular no grupo suplementado em relação ao placebo (STOUT *et al.*, 2006, 2007, 2008).

6 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica feita através de artigos, utilizando as bases de dados Pubmed, google acadêmico e Scientific Electronic Library Online (Scielo), relacionada à suplementação de beta-alanina em exercícios de alta intensidade. Utilizou-se os seguintes descritores de saúde (DECS): Fadiga muscular, carnosina, suplemento dietético e Acidose Metabólica. O recorte temporal utilizado foi de 1994 a 2020. Foram incluídos os trabalhos que apresentavam os resultados de como funciona o corpo em situação de exercício de alta intensidade com a suplementação de BA, apenas nos idiomas português, inglês e espanhol. E os artigos que não apresentavam relevância sobre o assunto não foram considerados.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos artigos analisados, 9 trabalhos apresentaram objetivos similares aos abordados neste trabalho. Diante disso, foi discutido a suplementação de beta

alanina em diversos tipos de testes de alta intensidade. Estes trabalhos estão descritos no quadro 1.

Quadro 1. Efeitos da suplementação de beta-alanina em exercícios de alta intensidade.

AUTOR/ANO	OBJETIVO	PROTOCOLO DE SUPLEMENTAÇÃO E TESTE	RESULTADOS
STOUT <i>et al.</i>, 2006.	Analisar os efeitos de 28 dias de suplementação em um teste no limiar de fadiga neuromuscular em homens não treinados.	6,4 g/dia de BA durante 6 dias e 3,2 g/dia durante 22 dias. Teste feito no limiar de fadiga em cicloergômetro.	O grupo BA demonstrou atraso no início da fadiga neuromuscular e melhora da capacidade física de trabalho durante a cicloergometria.
STOUT <i>et al.</i>, 2007.	Avaliar os efeitos de 28 dias de suplementação de BA na capacidade física de trabalho no limiar de fadiga, limiar ventilatório, consumo máximo de oxigênio e tempo de exaustão em mulheres.	3,2 g/dia de BA durante os primeiros sete dias e 6,4 g/dia durante 21 dias. Teste feito no limiar de fadiga em cicloergômetro e análise dos demais testes através de espirometria de circuito aberto.	O grupo suplementado apresentou retardo no início da fadiga neuromuscular, melhora no limiar ventilatório e tempo até exaustão, resultando em uma melhora do desempenho. Não apresentou melhora no consumo máximo de oxigênio.
HILL <i>et al.</i>, 2007.	Os objetivos do estudo eram determinar se a suplementação era específica de alguma fibra muscular e determinar o efeito em um teste de capacidade de ciclagem de alta intensidade	As doses variaram de 4,0 g/dia na primeira semana, 4,8 g/dia na segunda, 5,6 g/dia na terceira e 6,4 g/dia da quarta até a décima. O teste foi realizado em cicloergômetro com carga total de trabalho de 110% (CTT110%).	Ocorreu duplicação de carnosina nas fibras do tipo I e aumento de 50% no tipo IIa. O grupo BA demonstrou melhora de até 20% no seu rendimento frente ao teste.
STOUT <i>et al.</i>, 2008.	Examinar os efeitos de noventa dias de suplementação de	2,4 g/dia de BA durante 90 dias.	Noventa dias de suplementação de BA foi capaz de aumentar

	beta-alanina sobre a capacidade de trabalho físico no limiar de fadiga em homens e mulheres idosos.		28,5% a performance do grupo em relação ao grupo Placebo.
SALE <i>et al.</i>, 2012.	Avaliar o efeito da suplementação de BA na resistência isométrica dos músculos extensores do joelho a 45% da contração isométrica voluntária máxima em homens (CIVM).	6,4 g/dia durante 4 semanas. Teste de extensão isométrica do joelho até a fadiga, a uma intensidade de 45% de CIVM.	A suplementação foi capaz de aumentar aproximadamente 13% o tempo de duração da condição fisiológica em que os indivíduos foram colocados durante o teste.
DANAHER <i>et al.</i>, 2014.	Investigar os efeitos da co-suplementação de BA e bicarbonato de sódio no desempenho de homens saudáveis em exercícios de alta intensidade.	4,8 g/dia de BA por 4 semanas e em seguida 6,4 g/dia por 2 semanas. 300 mg/ kg de bicarbonato 90 min antes das sessões, apenas de forma aguda. Um teste de habilidade de sprint repetido e o outro teste foi de capacidade de ciclismo (CCT 110%) em cicloergômetro	A ingestão de BA melhorou o desempenho durante o CCT 110%, até mesmo comparando com o grupo bicarbonato de sódio. Entretanto, não demonstrou melhora significativa no teste de sprint.
KRATZ <i>et al.</i>, 2016	Pesquisar os efeitos de 4 semanas de suplementação de BA em um protocolo específico de judô projetado para imitar as demandas metabólicas das competições.	6,4 g/dia de BA durante 4 semanas. Teste de luta simulada de 5 minutos seguida por 3 lutas do Teste de Fitness Especial de Judô (SJFT).	A suplementação de BA melhorou o número de arremessos por série e o número total de arremessos, protocolo do teste SJFT.
SAUNDERS <i>et al.</i>, 2017.	O objetivo foi determinar se existe um teto para acúmulo de BA, se o conteúdo de carnosina influencia a expressão dos genes	6,4 g/dia durante 24 semanas. O teste foi realizado em cicloergômetro em	As concentrações de carnosina aumentaram a cada teste, também foi demonstrado alterações no transportador TauT e o

	metabolizadores da carnosina e a capacidade de ciclagem de alta intensidade (CTT100%)	CTT110% a cada 4 semanas.	grupo suplementado apresentou melhora em todas as semanas de teste.
BRISOLA et al., 2018.	Avaliar se quatro semanas de BA é capaz de melhorar a distância total percorrida, distância percorrida e tempo gasto em diferentes zonas de velocidade e números de sprint durante um jogo de polo aquático simulado.	4,8 g/dia de beta-alanina durante 10 dias e posteriormente 6,4g/dia durante 18 dias. Teste através de um jogo simulado antes e depois do período de suplementação.	Demonstrou que 4 semanas de suplementação apresentou potencial ergogênico para causar aumento significativo ao longo dos tempos (são 4 tempos), para números de sprints (+12,3), benefícios na distância percorrida (+2,8 metros) e tempo total gasto (+1,5 segundos).

Como dito anteriormente, a realização de exercícios em alta intensidade desencadeiam um desequilíbrio ácido-base intramuscular que provoca a AM, conseqüentemente ocorre redução do desempenho. Dessa forma, a literatura vem apresentando diversos trabalhos com a suplementação de BA no tamponamento intramuscular, ou seja, no controle da desregulação do pH e aumentando a performance dos indivíduos (LANCHA JUNIOR *et al.*, 2015; PERIM *et al.*, 2019).

Além dos dados apresentados previamente, um estudo demonstrou aumento no VO_{2max} (volume máximo de O₂ que o organismo consegue capturar dos pulmões e transportar para os tecidos, que utilizarão na produção de ATP) e no intervalo até a exaustão em homens que suplementaram BA (GHIASVAND *et al.*, 2012), comprovando pesquisas anteriores que apresentaram aumento de tempo até exaustão com acompanhamento da suplementação no treino intervalado de alta intensidade (HIIT). Entretanto, o aumento no VO_{2max} não é um benefício encontrado com a suplementação de BA, uma vez que os outros estudos não apresentaram qualquer melhora sobre essa variável (STOUT *et al.*, 2006, 2007, 2008).

Esse parâmetro de avaliação (aumento do VO_{2max}) é normalmente encontrado em trabalhos voltados para *endurance*, que utilizam o metabolismo oxidativo. Conseqüentemente, é previsto que o aumento da capacidade de tamponamento intramuscular induzido pela suplementação de beta-alanina apresente impactos irrelevantes sobre tais parâmetros (BOLDYREV, ALDINI, DERAIVE, 2013).

Outra modalidade de análise dos benefícios da suplementação são os testes anaeróbios contínuos de alta intensidade. De maneira geral, as evidências são fortes em relação à suplementação de BA com esse tipo de teste, no qual o retardo da fadiga é um fator importante, pois, em atletas de alto nível, os segundos fazem a diferença durante as competições e até mesmo na fase de treinamento (FREITAS *et al.*, 2015).

Três estudos que utilizaram o mesmo teste até a exaustão examinaram os efeitos da beta-alanina em relação ao desempenho perante testes contínuos supramáximos (pedalar a 110% da potência máxima). Todos os trabalhos utilizaram protocolos duplo-cego, randomizado e grupo controle. As pesquisas resultaram em uma melhora no tempo até a exaustão do grupo BA em comparação ao grupo placebo (HILL *et al.*, 2007; SALE *et al.*, 2012; DANAHER *et al.*, 2014; SAUNDERS *et al.*, 2017).

O estudo de Sale *et al.* (2012) investigou os efeitos da suplementação de beta-alanina sobre a resistência à fadiga no ambiente em que a acidose foi causada por restrição de fluxo com carga aplicada. Os participantes foram submetidos a um total de cinco testes isométricos de extensão do joelho a 45% de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e, após as quatro semanas do protocolo com suplementação (6,4 g/dia), os testes resultaram em uma melhora significativa na capacidade de resistência dos extensores do joelho a 45% CIVM. O que provavelmente ocorreu devido à melhor regulação do pH intramuscular em decorrência do aumento do conteúdo de carnosina muscular.

A literatura também apresenta análises da BA em testes com exercícios anaeróbios intermitentes, ou seja, a execução de exercícios alternando os intervalos de recuperação, sem razão fixa entre a duração e intensidade da atividade e da recuperação (TREXLER *et al.*, 2015; BRISOLA *et al.*, 2018). A justificativa para investigações nessa modalidade se baseia no fato de que

exercícios intermitentes apresentam uma AM maior quando para comparado com práticas contínuas (BELFRY *et al.*, 2012).

O estudo de Brisola *et al.* (2018) analisou a suplementação de beta-alanina em atletas de polo aquático, uma modalidade esportiva coletiva de alta intensidade e intermitente. Os resultados obtidos foram que apenas os jogadores do grupo BA apresentaram aumento significativo ao longo dos tempos (o polo aquático é dividido em 4 tempos) para números de sprint (+12,3 sprints). Além disso, as análises de interferência baseada em magnitude mostraram benefícios na distância percorrida (+2,8 metros) e tempo total gasto (+1,5 segundos) na zona 4 de velocidade (ou seja, velocidade $\geq 1,8\text{m}$) em relação ao grupo placebo. Com base nas evidências obtidas, pode-se afirmar que a suplementação possui eficácia para esse tipo de esporte e modalidade de teste.

Outro estudo na modalidade intermitente analisou a suplementação na melhora do desempenho de atletas de judô de nível competitivo internacional. Vinte e três judocas altamente treinados foram aleatoriamente designados para receber beta-alanina (6,4 g/dia) ou placebo (6,4 g/dia de dextrose) por 4 semanas. A análise dos efeitos foi feita através da interpretação dos resultados obtidos por meio de uma luta simulada de 5 minutos e, em seguida, 3 lutas do Special Judo Fitness Test (SJFT). Também foram coletadas amostras de sangue para analisar o pH sanguíneo, o bicarbonato e o lactato. De acordo com os resultados obtidos, não foi demonstrado efeito na regulação do pH sanguíneo, uma vez que a beta-alanina terá ação intramuscular e o grupo suplementado apresentou aumento significativo do lactato sanguíneo pós-SJFT. Entretanto, foi observado melhora de $8,9 \pm 4,7\%$ no desempenho dos atletas em relação ao SJFT, concluindo que comprovou benefícios nessa modalidade esportiva e modelo de teste intermitente (KRATZ *et al.*, 2016).

8. CONCLUSÃO

Com os dados apresentados anteriormente, diversos fatores podem otimizar a resposta da carnosina muscular à suplementação de BA, resultando em um maior acúmulo e, conseqüentemente, rendimento do indivíduo. Os trabalhos analisados demonstraram aumento na performance dos grupos suplementados com doses que variaram de 3,2-6,4g/dia por pelo menos 4

semanas e com um potencial de ação ótimo em exercícios de alta intensidade de duração entre 30 segundos e 10 minutos.

REFERÊNCIAS

- BASSINELLO, D.; PAINELLI, V. S.; DOLAN, E.; LIXANDRÃO, M.; CAJUEIRO, M.; CAPITANI, M.; SAUNDERS, B.; SALE, C.; ARTIOLI, G. G.; GUALANO, B.; ROSCHEL, H. Beta-alanine supplementation improves isometric, but not isotonic or isokinetic strength endurance in recreationally strength-trained young men. *Amino Acids*, v. 51, n. 1, p. 27-37, jun. 2018.
- BELFRY, G. R.; RAYMER, G. H.; MARSH, G. D.; PATERSON, D. H.; THOMPSON, R. T.; THOMAS, S. G. Muscle metabolic status and acid-base balance during 10-s work: 5-s recovery intermittent and continuous exercise. *Journal Of Applied Physiology*, v. 113, n. 3, p. 410-417, ago. 2012.
- BEX, T.; CHUNG, W.; BAGUET, A.; STEGEN, S.; STAUTEMAS, J.; ACHTEN, E.; DERAIVE, W.. Muscle carnosine loading by beta-alanine supplementation is more pronounced in trained vs. untrained muscles. *Journal Of Applied Physiology*, v. 116, n. 2, p. 204-209, jan. 2014.
- BOLDYREV, A. A.; ALDINI, G.; DERAIVE, W. Physiology and Pathophysiology of Carnosine. *Physiological Reviews*, v. 93, n. 4, p. 1803-1845, out. 2013.
- BOYAS, S.; GUÉVEL, A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle: underlying factors and adaptation mechanisms. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, v. 54, n. 2, p. 88-108, jan. 2011.
- BRISOLA, G. M. P.; MALTA, E. S.; SANTIAGO, P. R. P.; VIEIRA, L. H. P.; ZAGATTO, A. M. β -Alanine Supplementation's Improvement of High-Intensity Game Activities in Water Polo. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, v. 13, n. 9, p. 1208-1214, 1 out. 2018.
- CARVALHO, Â. S.; RAMOS, J. P.; FONSECA, A. A. Efeitos do exercício intermitente de alta intensidade na síndrome metabólica. *Revista Multitexto*, v. 7, n. 1, nov. 2019.
- CHURCH, D. D.; HOFFMAN, J. R.; VARANOSKE, A. N.; WANG, R.; BAKER, K. M.; LA MONICA, M. B.; BEYER, K. S.; DOOD, S. J.; OLIVEIRA, L. P.; HARRIS, R. C.; FUKUDA, D. H.; STOUT, J. R. Comparison of Two β -Alanine Dosing Protocols on Muscle Carnosine Elevations. *J Am Coll Nutr*. v.36, p. 608–16, 2017.
- DANAHER, J.; GERBER, T.; WELLARD, R. M.; STATHIS, C. G. The effect of β -alanine and NaHCO_3 co-ingestion on buffering capacity and exercise performance with high-intensity exercise in healthy males. *European Journal Of Applied Physiology*, v. 114, n. 8, p. 1715-1724, maio 2014.
- DOLAN, E.; SWINTON, P. A.; PAINELLI, V. S.; HEMINGWAY, B. S.; MAZZOLANI, B.; SMAIRA, F. I.; SAUNDERS, B.; ARTIOLI, G. G.; GUALANO, B. A Systematic Risk Assessment and Meta-Analysis on the Use of Oral β -Alanine Supplementation. *Adv Nutr*., v. 10, n. 3, p. 452-463, 2019.

DUCKER, K. J.; DAWSON, B.; WALLMAN, K. E. Effect of Beta-Alanine Supplementation on 800-m Running Performance. *International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism*, v. 23, n. 6, p. 554-561, dez. 2013.

FINSTERER, J. Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. *BMC musculoskeletal disorders*, v. 13, n. 1, p. 1-13, nov. 2012.

FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological reviews*, v. 74, n. 1, p. 49-94, 1994.

FREITAS, P.; PAINELLI, V. S.; SAUNDERS, B.; GUALANO, B.; ARTIOLI, G. G. Metabolismo de carnosina, suplementação de β -alanina e desempenho físico: uma atualização—PARTE II. *RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 9, n. 52, p. 379-398, 2015.

GHIASVAND, R.; ASKARI, G.; MALEKZADEH, J.; HAJISHAFIEE, M.; DANESHVAR, P.; AKBARI, F.; BAHREYNIAN, M. Effects of Six Weeks of β -alanine Administration on VO_{2max} , Time to Exhaustion and Lactate Concentrations in Physical Education Students. *International Journal of Preventive Medicine*, v.3, p. 559-558, ago. 2012.

HARRIS, R. C.; TALLON, M. J.; DUNNETT, M.; BOOBIS, L.; COAKLEY, J.; KIM, H. J.; FALLOWFIELD, J. L.; HILL, C. A.; SALE, C.; WISE, J. A.. The absorption of orally supplied β -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*, v. 30, n. 3, p. 279-289, mar. 2006.

HEIBEL, A. B.; PERIM, P. H. L.; OLIVEIRA, L. F.; MCNAUGHTON, L. R.; SAUNDERS, B.. Time to Optimize Supplementation: modifying factors influencing the individual responses to extracellular buffering agents. *Frontiers In Nutrition*, v. 5, p. 1-12, maio 2018.

HILL, C. A.; HARRIS, R. C.; KIM, H. J.; HARRIS, B. D.; SALE, C.; BOOBIS, L. H.; KIM, C. K.; WISE, J. A.. Influence of β -alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*, v. 32, n. 2, p. 225-233, jul. 2006.

HOFFMAN, J. R.; VARANOSKE, A.; STOUT, J. R. Effects of β -alanine supplementation on carnosine elevation and physiological performance. *Advances in food and nutrition research*, v. 84, p. 183-206, 2018.

KRATZ, C. A.; PAINELLI, V. S.; NEMEZIO, K. M. A.; SILVA, R. P.; FRANCHINI, E.; ZAGATTO, A. M.; GUALANO, B.; ARTIOLI, G. G. Beta-alanine supplementation enhances judo-related performance in highly-trained athletes. *Journal Of Science And Medicine In Sport*, v. 20, n. 4, p. 403-408, abr. 2017.

LANCHA JUNIOR, A. H.; PAINELLI, V. S.; SAUNDERS, B.; ARTIOLI, G. G. Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering

Capacity During High-Intensity Exercise. **Sports Medicine**, v. 45, n. 1, p. 71-81, nov. 2015.

MALIQUEO, S. A. G.; OJEDA, A. C. H.; RIVAS, A. V. P. Efecto de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales. **Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte**, v. 37, n. 198, p. 220-226, dez. 2020.

MATÉ-MUÑOZ, J. L.; LOUGEDO, J. H.; GARNACHO-CASTAÑO, M. V.; VEIGA-HERREROS, Pablo; LOZANO-ESTEVAN, María del Carmen; GARCÍA-FERNÁNDEZ, P.; JESÚS, F.; GUODEMAR-PÉREZ, J.; JUAN, A. F. S.; DOMÍNGUEZ, R. Effects of β -alanine supplementation during a 5-week strength training program: a randomized, controlled study. **Journal Of The International Society Of Sports Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1-12, abr. 2018.

MAUGHAN, R. J. IOC Medical and Scientific Commission reviews its position on the use of dietary supplements by elite athletes. **British Journal Of Sports Medicine**, v. 52, n. 7, p. 418-419, mar. 2018.

OLIVEIRA, L. V. A.; SANTOS, B. N. S.; MACHADO, I. E.; MALTA, D. C.; VELASQUEZ-MELENDEZ, G.; FELISBINO-MENDES, M. S. Prevalência da Síndrome Metabólica e seus componentes na população adulta brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 11, p. 4269-4280, nov. 2020.

PAINELLI, V. S.; FREITAS, P.; GUALANO, B.; ARTIOLI, G. G. Metabolismo de carnosina, suplementação de β -alanina e desempenho físico: uma atualização—PARTE I. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 9, n. 52, p. 361-378, 2015.

PERIM, P. H., HEIBEL, A. B., ARTIOLI, G. G., GUALANO, B., SAUNDERS, B. Low efficiency of β -alanine supplementation to increase muscle carnosine: a retrospective analysis from a 4-week trial. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 34, n. 3, p. 357-364, 2020.

PERIM, P.; MARTICORENA, F. M.; RIBEIRO, F.; BARRETO, G.; GOBBI, N.; KERKSICK, C.; DOLAN, E.; SAUNDERS, B. Can the Skeletal Muscle Carnosine Response to Beta-Alanine Supplementation Be Optimized? **Frontiers In Nutrition**, v. 6, p. 1-10, ago. 2019.

QUESNELE, J. J.; LAFRAMBOISE, M. A.; WONG, J. J.; KIM, P.; WELLS, G. D. The Effects of Beta-Alanine Supplementation on Performance: a systematic review of the literature. **International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism**, v. 24, n. 1, p. 14-27, fev. 2014.

RACIL, G.; ZOUHAL, H.; ELMONTASSAR, W.; ABDERRAHMANE, A. B.; SOUSA, M. V.; CHAMARI, K.; AMRI, M.; COQUART, J. B. Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, v. 41, n. 1, p. 103-109, jan. 2016.

REZENDE, N. S.; SWINTON, P.; OLIVEIRA, L. F.; SILVA, R. P.; SILVA, V. E.; NEMEZIO, K.; YAMAGUCHI, G.; ARTIOLI, G. G; GUALANO, B.; SAUNDERS, B.; DOLAN, E. Human Skeletal Muscle has Large Capacity to Increase Carnosine Content in Response to Beta-Alanine Supplementation. A Systematic Review with Bayesian Individual and Aggregate Data E-Max Model and Meta-Analysis. *Biorxiv*, p. 1-17, dez. 2019.

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. 502-516, set. 2004.

SALE, C.; HILL, C. A.; PONTE, J.; HARRIS, R. C. β -alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. *Journal Of The International Society Of Sports Nutrition*, v. 9, n. 1, p. 1-7, jun. 2012.

SANTOS, A. V.; FARIAS, F. O. Consumo de suplementos nutricionais por praticantes de atividades físicas em duas academias de Salvador-BA. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 11, n. 64, p. 454-461, ago. 2017.

SAUNDERS, B.; ELLIOTT-SALE, K.; ARTIOLI, G. G; SWINTON, P. A.; DOLAN, E.; ROSCHEL, H.; SALE, C.; GUALANO, B. β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal Of Sports Medicine*, v. 51, n. 8, p. 658-669, out. 2016.

SIEGLER, J. C.; MARSHALL, P. W. M.; BISHOP, D.; SHAW, G.; GREEN, S. Mechanistic Insights into the Efficacy of Sodium Bicarbonate Supplementation to Improve Athletic Performance. *Sports Medicine - Open*, v. 2, n. 1, p. 1-13, out. 2016.

STELLINGWERFF, T.; ANWANDER, H.; EGGER, A.; BUEHLER, T.; KREIS, R.; DECOMBAZ, J.; BOESCH, C. Effect of two β -alanine dosing protocols on muscle carnosine synthesis and washout. *Amino Acids*. v. 42, p. 2461-72, 2012.

STOUT, J. R.; CRAMER, J. T.; MIELKE, M.; O'KROY, J.; TOROK, D. J.; ZOELLER, R. F. Effects of twenty-eight days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on the physical working capacity at neuromuscular fatigue threshold. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 4, n. 20, p.928-931, 2006.

STOUT, J. R.; CRAMER, J. T.; ZOELLER, R. F.; TOROK, D.; COSTA, P.; HOFFMAN, J. R.; HARRIS, R. C.; O'KROY, J.. Effects of β -alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids*, v. 32, n. 3, p. 381-386, nov. 2007.

STOUT, J. R.; GRAVES, B. S.; SMITH, A.; HARTMAN, M. J; CRAMER, J. T.; BECK, T. W.; HARRIS, R. C. The effect of beta-alanine supplementation on neuromuscular fatigue in elderly (55–92 Years): a double-blind randomized study. *Journal Of The International Society Of Sports Nutrition*, v. 5, n. 1, p. 1-6, nov. 2008.

STRATH, S. J.; KAMINSKY, L. A.; AINSWORTH, B. E.; EKELUND, U.; FREEDSON, P. S.; GARY, REBECCA A.; RICHARDSON, C. R.; SMITH, D. T.; SWARTZ, A. M. Guide to the Assessment of Physical Activity: clinical and research applications. **Circulation**, v. 128, n. 20, p. 2259-2279, 2013.

SUZUKI, Y.; ITO, O.; TAKAHASHI, H.; TAKAMATSU, K. The Effect of Sprint Training on Skeletal Muscle Carnosine in Humans. **International Journal Of Sport And Health Science**, v. 2, p. 105-110, 2004.

TALLON, M. J.; HARRIS, R. C.; BOOBIS, L. H.; FALLOWFIELD, J. L.; WISE, J. A. The carnosine content of vastus lateralis is elevated in resistance-trained bodybuilders. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 725-729, nov. 2005.

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. International society of sports nutrition position stand: beta-alanine. **Journal Of The International Society Of Sports Nutrition**, v. 12, n. 1, jul. 2015.

ZANDONÁ, B. A., OLIVEIRA, C. S.; ALVES, R. C.; OSMOLAREK, A. C.; JUNIOR, T. P. S. Efeito da suplementação de beta-alanina no desempenho: uma revisão crítica. **RBNE-Revista Brasileira De Nutrição Esportiva**, v. 12, n. 69, p. 116-124, 2018.

ZANELLA, P. B.; ALVES, F. D.; SOUZA, C. G. 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**, v. 57, n. 9, p. 1132-1141, jul. 2017.