

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE  $\beta$ -ALANINA EM ATLETAS  
PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA E SEDENTÁRIOS**Caroline Marques da Silva<sup>1</sup>Eliane de Abreu Soares<sup>1</sup>Gabriela Morgado de Oliveira Coelho<sup>2</sup>**RESUMO**

O objetivo foi investigar, por revisão sistemática da literatura, os efeitos da suplementação de  $\beta$ -alanina, no desempenho de atletas, praticantes de atividade física e sedentários, em exercícios de alta intensidade. No levantamento bibliográfico, foram utilizados os bancos de dados PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus e Cochrane. Foram selecionados 15 artigos originais, publicados em oito países, envolvendo 118 atletas do sexo masculino, de cinco modalidades esportivas, e 213 praticantes de atividades físicas e sedentários, de ambos os sexos, com faixa etária de 21 a 29,2 anos, e ainda 44 idosos de 64 a 72,8 anos, de ambos os sexos. Esses sujeitos receberam suplementação de 2 a 6,4 g diárias de  $\beta$ -alanina, durante quatro a doze semanas. Os artigos revisados mostraram que a suplementação de  $\beta$ -alanina exerceu efeito benéfico para atletas no retardo da fadiga muscular, aumento de potência e força muscular, durante exercícios de alta intensidade, enquanto que para os não-atletas o principal resultado encontrado foi o retardo da fadiga. Esses resultados foram atribuídos ao incremento de carnosina muscular, decorrente da administração de  $\beta$ -alanina, entretanto apenas três estudos avaliaram este conteúdo diretamente, confirmando esta hipótese. Não foram observados efeitos colaterais com a suplementação de  $\beta$ -alanina, nas doses administradas. Conclui-se que a suplementação de  $\beta$ -alanina pode ser eficaz na melhora da *performance* de atletas, aumento da capacidade física de praticantes de atividades físicas e sedentários, incluindo os idosos.

**Palavras-chave:** Beta-alanina. Exercício. Fadiga Muscular. Carnosina. Nutrição Esportiva.

1-Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

**ABSTRACT**

B-alanine supplementation effect in athletes, physically active and sedentary

The aim of this article was to investigate, by systematic review, the effects of  $\beta$ -alanine supplementation on performance of athletes, physically active and sedentary individuals during high intensity exercises. For the bibliographic research the following databases were used: PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus and Cochrane. We selected 15 original articles published in eight different countries during, including 118 male athletes from five different sports, and 257 physically active and sedentary individuals, of both sexes, aged between 21 and 29.2 years old, and further 44 elderly individuals aged between 64 to 72.8 years old, from both sexes. This sample received a daily dose of 2 to 6.4 g of  $\beta$ -alanine supplementation during 4 to 12 weeks. The revised articles showed that  $\beta$ -alanine supplementation demonstrated a beneficial effect for athletes in delaying muscle fatigue and increasing power and muscle strength during high-intensity exercise, while for non-athletes, the main result found was delay fatigue. These results were attributed to the increase of muscle carnosine, due to  $\beta$ -alanine administration. However just three studies evaluated this content directly, confirming this hypothesis. No side effects were observed with  $\beta$ -alanine supplementation, considering the administered doses. We can conclude that  $\beta$ -alanine supplementation may be effective in improving performance of athletes, increasing the physical capacity of physically active and sedentary individuals, including elderly people.

**Key words:** Betaalanine. Exercise. Muscular Fatigue. Carnosine. Sports Nutrition.

2-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, Brasil; Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil; Faculdade Arthur Sá Earp Neto, Petrópolis, Brasil.

**INTRODUÇÃO**

Muitos atletas e praticantes de atividades físicas têm recorrido aos recursos ergogênicos na tentativa de aprimorarem seu desempenho esportivo ou apenas por questões estéticas.

Os ergogênicos nutricionais podem atuar no aumento das reservas de glicogênio e na maior mobilização de substratos para os músculos ativos durante os exercícios, assim como no crescimento do tecido muscular, redução da massa de gordura, diminuição da percepção subjetiva de esforço e reposição hidroeletrólítica adequada (Williams, 1991).

Um desses recursos é a  $\beta$ -alanina, aminoácido que possui papel essencial na síntese de carnosina (Derave e colaboradores, 2007), já que estudos mostram que a disponibilidade deste aminoácido é o fator limitante da produção intramuscular de carnosina (Bakardjiev e Bauer, 1994; Hill e colaboradores, 2007).

A carnosina é um dipeptídeo sintetizado a partir dos aminoácidos  $\beta$ -alanina e histidina (Harris e colaboradores, 2005) que possui ação antioxidante (Boldyrev e colaboradores, 1993), aumenta a sensibilidade miofibrilar ao cálcio (Dutka e Lamb, 2004), principalmente em fibras musculares glicolíticas (Lamont e Miller, 1992), e participa do tamponamento intracelular (Harris e colaboradores, 1990).

Esta última é particularmente importante para o desempenho esportivo, pois a queda do pH muscular pode levar ao aparecimento da fadiga por mecanismos como redução da tensão músculo-esquelética (Sahlin, Edstrom e Hultman, 1981), inibição da atividade da enzima glicolítica fosfofrutoquinase (Trivedi e Danforth, 1966) e limitação da contratilidade muscular (Dennig e colaboradores, 1931).

Uma grande capacidade tamponante parece estabilizar o pH intracelular, melhorando o desempenho em exercícios de alta intensidade (Suzuki e colaboradores, 2002).

A carnosina contribui significativamente no tamponamento físico-químico do músculo esquelético com a manutenção do balanço ácido-base, quando há grande produção de  $H^+$  associada à maior produção de lactato, pela glicólise anaeróbica,

durante exercícios intensos (Sola-Penna, 2008).

Acredita-se que ela seja responsável por aproximadamente 10% da capacidade total de tamponamento das células musculares esqueléticas (Mannion e colaboradores, 2002).

Um maior conteúdo de carnosina muscular é encontrado nas fibras de contração rápida (tipo II), quando comparado as de contração lenta (tipo I) (Hill e colaboradores, 2007).

A administração direta de carnosina não aumenta os seus estoques musculares, pois ela é rapidamente hidrolisada pela enzima carnosinase, presente no plasma humano (Asatoor e colaboradores, 1970; Perry e colaboradores, 1967).

O plasma humano e a musculatura esquelética apresentam altas concentrações de histidina, em contraste com as baixas quantidades de  $\beta$ -alanina (Harris e colaboradores, 2006) e a administração de  $\beta$ -alanina parece ser a melhor forma de aumentar os estoques musculares de carnosina.

O desempenho em alguns esportes, como ciclismo e corridas de longa distância, não depende apenas do potencial aeróbico: muitas vezes, essas competições são decididas no *sprint* final, sendo a energia produzida de forma anaeróbica, devido à privação de oxigênio para os músculos ativos pela alta intensidade do exercício.

Em algumas atividades esportivas intermitentes, como vôlei, futebol e tênis, há melhora da capacidade anaeróbica, a partir do aumento do conteúdo de carnosina intramuscular e, conseqüentemente, da capacidade de tamponamento, que é extremamente importante para estes atletas (Van Thienen e colaboradores, 2009).

Praticantes de atividade física e sedentários poderiam se beneficiar da suplementação de  $\beta$ -alanina, pela melhora da capacidade física decorrente do aumento da carnosina muscular (Hill e colaboradores, 2007; Favero e colaboradores, 2012), o que se torna importante especialmente para idosos, pois pode promover independência a esses indivíduos.

Portanto, o objetivo do presente artigo foi investigar, por revisão sistemática da literatura, os efeitos da suplementação de  $\beta$ -alanina em atletas, praticantes de atividade física e sedentários.

**MATERIAIS E MÉTODOS****Estratégia de pesquisa**

A busca de artigos na literatura foi realizada entre os meses de novembro de 2012 e abril de 2013, nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus e Cochrane.

Foram selecionados, ainda, artigos relevantes contidos nas referências bibliográficas de outros artigos obtidos no levantamento da literatura.

Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves na língua portuguesa e suas respectivas traduções em inglês: suplementação de  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina e *performance*, suplementação de  $\beta$ -alanina e exercício de alta intensidade,  $\alpha$ -alanina e carnosina.

**Critérios de inclusão e exclusão**

A pesquisa foi limitada a artigos científicos originais, publicados em revistas indexadas e escritos em português, inglês e espanhol. Estudos publicados em outros idiomas e que não avaliaram o desempenho físico ou não possuíam grupo controle foram excluídos. Foram selecionados apenas os realizados em humanos.

**Identificação de estudos relevantes**

O levantamento literário realizado nas bases de dados citadas localizou 69 artigos, a partir das palavras-chave. Após a leitura dos títulos, foram excluídos 26 artigos que não foram realizados em humanos e 10 de revisão, restando 43 estudos. Todos os artigos encontrados foram publicados em inglês.

Com a leitura dos resumos, foram excluídas 21 pesquisas que não utilizaram grupo controle, além de dois artigos que não investigaram o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina no desempenho, permanecendo 21 estudos. Destes, foram selecionados os mais recentes (últimos sete anos), resultando em 13 pesquisas. Foram incluídos dois estudos a partir das referências das pesquisas obtidas no levantamento, totalizando 15 artigos originais.

**Dados extraídos**

Dos 15 artigos selecionados, foram extraídos os seguintes dados: autores, ano e país de publicação, tamanho da amostra, esporte praticado (no caso dos atletas), média de idade, suplementação prévia, testes utilizados, dosagem diária de suplementação de  $\beta$ -alanina, período de intervenção, principais resultados relacionados ao desempenho físico e conclusão.

**RESULTADOS**

Nos artigos selecionados, existiam pelo menos dois grupos, sendo que em um deles, os participantes receberam suplementação de  $\beta$ -alanina e no outro a administração de placebo (dosagens fracionadas ao longo do dia).

Todos estes estudos eram do tipo ensaio clínico. Apenas um utilizou quatro grupos de indivíduos (placebo, creatina,  $\beta$ -alanina e creatina +  $\beta$ -alanina), para avaliar o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina, associada ou não à creatina, na fadiga muscular em americanos destreinados (Stout e colaboradores, 2006a).

Várias pesquisas internacionais contaram com a participação de atletas de diferentes modalidades esportivas para verificar o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina na *performance*.

Duas foram realizadas na Bélgica (Derave e colaboradores, 2007; Van Thienen e colaboradores, 2009) e uma em cada um dos seguintes países: Austrália (Howe e colaboradores, 2013), Estados Unidos da América (Kern e Robinson, 2011), Inglaterra (Saunders e colaboradores, 2012) e País de Gales (Donovan e colaboradores, 2012).

Os artigos envolveram atletas de ciclismo (n=2) (Van Thienen e colaboradores, 2009; Howe e colaboradores, 2013), futebol (n=2) (Kern e Robinson, 2011; Saunders e colaboradores, 2012), atletismo (n=1) (Derave e colaboradores, 2007), luta greco-romana (n=1) (Kern e Robinson, 2011) e boxe (n=1) (Donovan e colaboradores, 2012), sendo que um deles (Kern e Robinson, 2011) avaliou duas dessas modalidades (futebol e luta greco-romana).

**Tabela 1 - Principais estudos sobre o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina na performance de atletas**

Referência/país	Participantes	Métodos		Resultados	Conclusão
		Atividade	Suplementação/ duração		
Van Thienen e colaboradores (2009) / Bélgica	<ul style="list-style-type: none"> <li>17 ciclistas treinados</li> <li>média: 24,9 anos</li> <li>sem qualquer suplementação prévia por dois meses</li> </ul>	Simulação de corrida, em bicicleta ergométrica: <ul style="list-style-type: none"> <li>110 min intermitentes (50-90% do platô de lactato)</li> <li>10 min contínuos (100%)</li> <li>5 min de recuperação (50%)</li> <li>30 seg <i>sprint</i> (máximo)</li> <li>3 min de recuperação</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina) durante 8 semanas <ul style="list-style-type: none"> <li>semanas 1 e 2: 2g/dia</li> <li>semanas 3 e 4: 3g/dia</li> <li>semanas 5 a 8: 4g/dia</li> </ul>	$\beta$ ALA: $\uparrow$ potência máxima ( $p=0,0001$ ) e potência média ( $p=0,005$ ) durante o <i>sprint</i>	Suplementação de $\beta$ ALA é uma estratégia efetiva para aumentar a energia produzida durante o <i>sprint</i> final de competições de ciclismo de resistência
Derave e colaboradores (2007) / Bélgica	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 atletas de atletismo com tempo em corrida de 400m menor que 53 seg.</li> <li>média: 18,4 <math>\pm</math> 1,5 anos</li> <li>sem qualquer suplementação nos três meses pré-estudo</li> </ul>	Espectroscopia de ressonância magnética nos músculos sóleo e gastrocnêmio  Exercícios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Isocinético: extensão de joelho (5 séries de 30 repetições cada)</li> <li>Isométrico: extensão de joelho a 45°</li> <li>Corrida de 400m</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina) durante quatro semanas (seis doses diárias): <ul style="list-style-type: none"> <li>4 dias: 2,4 g/dia</li> <li>4 dias: 3,6 g/dia</li> <li>até o final do estudo: 4,8 g/dia</li> </ul>	Conteúdo inicial de carnosina: gastrocnêmio 25 % maior que sóleo ( $p<0,05$ )  $\beta$ ALA: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\uparrow</math> 47% carnosina no sóleo (<math>p&lt;0,0001</math>)</li> <li><math>\uparrow</math> 37% carnosina no gastrocnêmio (<math>p&lt;0,0001</math>)</li> <li><math>\uparrow</math> pico de força de extensão nas 5 séries do exercício isocinético (<math>p&lt;0,011</math>)</li> </ul>	Suplementação de $\beta$ ALA em atletas treinados foi capaz de aumentar o conteúdo de carnosina, atenuando a fadiga muscular em contrações dinâmicas exaustivas.
Howe e colaboradores (2013) / Austrália	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 ciclistas altamente treinados</li> <li>média: 24<math>\pm</math>7 anos; 70<math>\pm</math>7 kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teste máximo de ciclismo em cicloergômetro, com duração de 4 min</li> <li>30 extensões isocinéticas máximas de joelho (ambos os membros inferiores); 180°/seg</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (dextrose monohidratada), durante quatro semanas <ul style="list-style-type: none"> <li>65mg/kg de peso</li> </ul>	$\beta$ ALA: $\uparrow$ potência isocinética média por repetição ( $p=0,04$ ); $\downarrow$ índice de fadiga ( $p=0,03$ )	Suplementação de $\beta$ ALA, durante quatro semanas, melhorou a <i>performance</i> no ciclismo de velocidade e a força muscular em atividades de curta duração, retardando a fadiga.
Kern e Robinson (2011) / Estados Unidos da América	<ul style="list-style-type: none"> <li>22 atletas de luta greco-romana; média = 19 <math>\pm</math> 1,9 anos</li> <li>15 jogadores de futebol; média= 18,6 <math>\pm</math> 1,5 anos</li> <li>sem qualquer suplementação de <math>\beta</math> ALA nos 3 meses pré-estudo</li> <li>testes realizados durante período de competições</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>274,32 m de corrida, em pista de 45,72 m</li> <li>Teste de sustentação de carga com cotovelos flexionados a 90°</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (dextrose), durante oito semanas <ul style="list-style-type: none"> <li>4g/dia</li> </ul>	Os atletas que receberam a suplementação de $\beta$ ALA apresentaram melhor desempenho nos testes do que os do grupo PLA	$\beta$ ALA melhorou a <i>performance</i> e estimulou o aumento de massa magra, em um curto período de tempo, em atletas previamente treinados.
Saunders e colaboradores (2012) / Inglaterra	<ul style="list-style-type: none"> <li>17 jogadores de futebol amadores (divisões inferiores do futebol inglês)</li> <li>média: 22 <math>\pm</math> 4 anos</li> <li>sem qualquer suplementação nos três meses anteriores ao estudo</li> <li>sem suplementação de <math>\beta</math> ALA nos seis meses pré-estudo</li> <li>testes realizados durante período de competições</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teste Yoyo de recuperação intermitente nível 2</li> <li>Repetidas corridas de 40m, com mudança de direção a cada sinal sonoro e incremento de velocidade</li> <li>Recuperação ativa (caminhada) após cada "tiro"</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina), durante 12 semanas <ul style="list-style-type: none"> <li>3,2g/dia</li> </ul>	$\beta$ ALA: $\uparrow$ distância percorrida ( $p\leq 0,001$ ) em relação à pré-suplementação	A suplementação de $\beta$ ALA melhorou o desempenho de jogadores amadores de futebol no teste Yoyo.
Donovan e colaboradores (2012) / País de Gales	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 boxeadores amadores com aproximadamente 6 anos de experiência</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simulação de luta, composta de 3 rounds de 3 minutos cada, em saco de pancadas contendo um transdutor de força</li> <li>2:50 min: golpes previamente padronizados</li> <li>10 seg: máximo de golpes possíveis</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina), durante quatro semanas <ul style="list-style-type: none"> <li>6g/dia</li> </ul>	$\beta$ ALA: $\uparrow$ força média dos socos e a frequência de golpes ( $p<0,05$ ) nos 10 seg finais	A suplementação de $\beta$ ALA incrementou a <i>performance</i> (socos) de boxeadores amadores.

**Legenda:** \* Todos os artigos foram realizados com atletas do sexo masculino.  $\beta$  ALA –  $\beta$ -alanina; PLA: placebo;  $\uparrow$  - aumento;  $\downarrow$  - redução; seg. - segundos; min- minutos; m - metros; g – gramas.

O tamanho da amostra variou de 15 a 22 atletas do sexo masculino, totalizando 118 indivíduos, com média de idade entre 18,4 e 24,9 anos. Nenhum atleta recebeu

suplementação de  $\beta$ -alanina antes do início dos testes.

Foram administradas de 2 a 6g diárias de  $\beta$ -alanina ou placebo, sendo que apenas

um estudo (Howe e colaboradores, 2013) utilizou dosagens individualizadas, de acordo com o peso corporal do atleta (65mg/kg de peso).

A duração da suplementação foi de 4 (n=3) (Derave e colaboradores, 2007; Howe e colaboradores, 2013; Donovan e colaboradores, 2012), 8 (n=2) (Van Thienen e colaboradores, 2009; Kern e Robinson, 2011) ou 12 (n=1) (Saunders e colaboradores, 2012) semanas.

Quatro estudos utilizaram maltodextrina como placebo (Derave e colaboradores, 2007; Van Thienen e colaboradores, 2009; Saunders e colaboradores, 2012; Donovan e colaboradores, 2012), enquanto outros dois fizeram uso de dextrose (Howe e colaboradores, 2013; Kern e Robinson, 2011). Nenhum dos artigos citou a ocorrência de efeitos colaterais.

Os testes realizados foram aplicados em dois momentos: antes e após o início da suplementação. Três estudos executaram apenas um método de avaliação (Van Thienen e colaboradores, 2009; Saunders e colaboradores, 2012; Donovan e colaboradores, 2009), enquanto que outros três realizaram mais de um teste (Derave e colaboradores, 2007; Howe e colaboradores, 2013; Kern e Robinson, 2011).

Duas pesquisas realizaram testes em cicloergômetro, para avaliar o tempo de exaustão,  $VO_2$  pico, frequência cardíaca máxima e concentração de lactato ao final de uma simulação de prova de ciclismo de resistência (Van Thienen e colaboradores, 2009) e mensurar a potência média atingida em um teste máximo de quatro minutos (Howe e colaboradores, 2013).

Em três estudos foram aplicadas corridas para avaliar a concentração de lactato e tempo de duração de uma prova de 400 metros (Derave e colaboradores, 2007) e do teste "shuttle-run" (Kern e Robinson, 2011), assim como a distância percorrida durante o teste Yoyo (Saunders e colaboradores, 2012).

Apenas um estudo utilizou simulação de luta de boxe, observando a força média e a frequência dos socos executados (Donovan e colaboradores, 2012).

Somente três estudos utilizaram testes de resistência muscular específica, de membros inferiores (Derave e colaboradores,

2007; Howe e colaboradores, 2013) e superiores (Kern e Robinson, 2011).

Apenas Derave e colaboradores (2007) mensuraram diretamente o conteúdo de carnosina muscular.

Quatro pesquisas verificaram retardo da fadiga muscular (Derave e colaboradores, 2007; Howe e colaboradores, 2013; Saunders e colaboradores, 2012; Donovan e colaboradores, 2012) e dois mostraram aumento da potência muscular (Van Thienen e colaboradores, 2009; Howe e colaboradores, 2013), sendo que não observaram diferença significativa em relação ao grupo placebo.

Outras duas pesquisas mostraram aumento da força muscular de membros superiores e inferiores (Derave e colaboradores, 2007; Donovan e colaboradores, 2012).

Derave e colaboradores (2007) observaram que o grupo suplementado com  $\beta$ -alanina apresentou significativo aumento de força (pré x pós-suplementação) em todas as cinco séries de contrações dinâmicas exaustivas, enquanto que o grupo placebo demonstrou melhora apenas nas duas primeiras séries.

Derave e colaboradores (2007) sugeriram que os resultados obtidos com a suplementação de  $\beta$ -alanina ocorreram pelo aumento do conteúdo de carnosina muscular.

Estes autores observaram que os músculos gastrocnêmio e sóleo possuíam conteúdos iniciais de carnosina diferentes, e que a administração de  $\beta$ -alanina foi capaz de elevar significativamente os estoques de carnosina em ambos os músculos.

Em relação aos resultados encontrados em praticantes de atividade física e sedentários, seis estudos avaliaram jovens fisicamente ativos (Hill e colaboradores, 2007; Ghiasvand e colaboradores, 2012; Smith e colaboradores, 2009; Sale e colaboradores, 2012; Jordan e colaboradores, 2010; Stout e colaboradores, 2006b) e apenas um teve a participação de sedentários (Stout e colaboradores, 2006a).

Estas pesquisas foram realizadas nos seguintes países: Estados Unidos da América (n=4) (Stout e colaboradores, 2006a; Smith e colaboradores, 2009; Jordan e colaboradores, 2010; Stout e colaboradores, 2006b), Reino Unido (n=2) (Hill e colaboradores, 2007; Sale e colaboradores, 2012) e Irã (n=1) (Ghiasvand e colaboradores, 2012).

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

**Tabela 2 - Principais estudos sobre o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina no desempenho de praticantes de atividade física e indivíduos sedentários.**

Referência/país	Participantes	Métodos		Resultados	Conclusão
		Atividade	Suplementação/ duração		
Ghiasvand e colaboradores (2012) / Irã	<ul style="list-style-type: none"> <li>39 indivíduos eutróficos e fisicamente ativos</li> <li>sexo masculino</li> <li>média: <math>21 \pm 0,7</math> anos</li> <li>sem qualquer suplementação prévia por, no mínimo, três meses</li> </ul>	Exercício contínuo com incremento (30 W a cada 2 min), em cicloergômetro, realizado até a fadiga muscular	$\beta$ ALA OU PLA (dextrose), 2g/dia, durante seis semanas	$\beta$ ALA: $\uparrow$ VO <sub>2</sub> máx e TTE; menor $\uparrow$ na [lactato] pós-teste ( $p < 0,05$ ).	Suplementação de $\beta$ ALA reduziu acidose em exercícios de alta intensidade, com melhora do desempenho.
Hill e colaboradores (2007) / Reino Unido	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 indivíduos fisicamente ativos</li> <li>sexo masculino</li> <li>média: <math>25,4 \pm 2,1</math> anos (<math>\beta</math> ALA) e <math>29,2 \pm 6,9</math> anos (PLA)</li> <li>sem qualquer tipo de suplementação nas seis semanas anteriores ao estudo</li> </ul>	Exercício em cicloergômetro, a 110% da potência máxima, até a fadiga (aproximadamente 150 seg), realizado antes do início da suplementação, após 4 e 10 semanas de início da mesma.  Biópsia muscular (vasto lateral) <ul style="list-style-type: none"> <li>1-2 dias após o teste pré-suplementação</li> <li>1-2 dias após os testes das 41 e 101 semanas</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina) durante 10 semanas: <ul style="list-style-type: none"> <li>semana 1: 4g/dia</li> <li>semana 2: 4,8g/dia</li> <li>semana 3: 5,6g/dia</li> <li>semanas 4 a 10: 6,4g/dia</li> </ul>	$\beta$ ALA: $\uparrow$ carnosina muscular total após quatro ( $p < 0,05$ ) e 10 semanas ( $p < 0,01$ ); $\uparrow$ carnosina nas fibras tipos I e II após 10 semanas ( $p < 0,01$ ); $\uparrow$ trabalho total produzido no teste em cicloergômetro após 4 e 10 semanas ( $p < 0,015$ ).	Suplementação de $\beta$ ALA por quatro ou 10 semanas foi benéfica para praticantes de ciclismo por aumentar o conteúdo de carnosina muscular e, conseqüentemente, o trabalho total produzido.
Smith e colaboradores (2009) / Estados Unidos da América	<ul style="list-style-type: none"> <li>46 indivíduos fisicamente ativos</li> <li>sexo masculino</li> <li>média: <math>22,7 \pm 2,7</math> anos</li> <li>sem qualquer suplementação nos seis meses antes do teste</li> </ul>	Teste intervalado de alta intensidade, realizado em cicloergômetro, por 6 semanas, 3 vezes/semana. <ul style="list-style-type: none"> <li>protocolo: 2 minutos + 1 minuto de repouso</li> <li>primeira fase-semanas 1, 2 e 3: 5 séries; 90-100% do VO<sub>2</sub> pico</li> <li>segunda fase- semanas 4, 5 e 6: 5-6 séries; até 115% do VO<sub>2</sub> pico</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (dextrose) durante seis semanas <ul style="list-style-type: none"> <li>semanas 1, 2 e 3: 6 g/dia</li> <li>semanas 4, 5 e 6: 3 g/dia</li> </ul>	$\beta$ ALA: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\uparrow</math> massa corporal magra (<math>p = 0,011</math>) na primeira etapa</li> <li><math>\uparrow</math> VO<sub>2</sub> pico (<math>p = 0,01</math>), total de trabalho produzido (<math>p &lt; 0,05</math>) e tempo de exaustão (<math>p &lt; 0,05</math>), na segunda etapa</li> </ul>	Suplementação de $\beta$ ALA, associada ao treinamento intervalado de alta intensidade, melhorou o desempenho de alta intensidade de indivíduos fisicamente ativos.
Sale e colaboradores (2012) / Reino Unido	<ul style="list-style-type: none"> <li>13 indivíduos fisicamente ativos</li> <li>sexo masculino</li> <li>média: <math>24 \pm 7</math> anos (<math>\beta</math> ALA) e <math>21 \pm 4</math> anos (PLA)</li> <li>sem qualquer tipo de suplementação prévia por no mínimo três meses (<math>\beta</math> ALA: 6 meses)</li> </ul>	Extensão isométrica de Joelho (membro inferior não-dominante), realizadas até a fadiga, com intensidade de 45% de contração isométrica voluntária máxima (medida pré-suplementação)	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina), 6,4g/dia, durante quatro semanas	$\beta$ ALA: $\uparrow$ tempo de duração do exercício (+13,2%; $p < 0,05$ ) e força produzida por seg (+13,9%; $p < 0,05$ )	Suplementação de $\beta$ ALA, durante quatro semanas, melhorou a resistência muscular para execução de extensão de joelhos, com intensidade de 45% de contração máxima
Stout e colaboradores (2006) / Estados Unidos da América	<ul style="list-style-type: none"> <li>51 indivíduos destreinados</li> <li>sexo masculino</li> <li>média: <math>24,5 \pm 4,7</math> anos</li> <li>sem qualquer suplementação nas 12 semanas anteriores ao início do estudo</li> </ul>	Teste contínuo em cicloergômetro, com incremento de 30W a cada 2 minutos, até que o indivíduo não pudesse sustentar 70 rpm. <ul style="list-style-type: none"> <li>realizado antes e após a suplementação</li> </ul>	Sujeitos divididos em quatro grupos <ul style="list-style-type: none"> <li>PLA (placebo): 34g dextrose</li> <li>CrM: 5,25 g CrM + 34g dextrose</li> <li><math>\beta</math> ALA: 1,6 g <math>\beta</math> ALA + 34g dextrose</li> <li>CrM <math>\beta</math> ALA: 5,25 g CrM + 1,6g <math>\beta</math> ALA + 34 g dextrose</li> </ul> Duração: quatro semanas dias <ul style="list-style-type: none"> <li>6 primeiros dias: quatro doses diárias</li> <li>7º ao 28º dia: duas doses diárias</li> </ul>	$\uparrow$ trabalho total nos grupos $\beta$ ALA ( $p = 0,004$ ) e CrM $\beta$ ALA ( $p = 0,011$ ), comparados ao PLA	A suplementação de $\beta$ ALA, isolada ou associada a creatina, retardou a fadiga muscular em indivíduos que realizaram teste em cicloergômetro com cargas crescentes
Jordan e colaboradores (2010) / Estados Unidos da América	<ul style="list-style-type: none"> <li>17 indivíduos que realizavam atividades recreacionais e corrida ao mínimo 3x/semana</li> <li>sexo masculino</li> <li>média: <math>24,9 \pm 4,7</math> anos</li> <li>sem qualquer suplementação por, no mínimo, 6 meses antes do estudo</li> </ul>	Teste de corrida com incremento em esteira: <ul style="list-style-type: none"> <li>3 min de caminhada (6,4km/h; 0% de inclinação)</li> <li>a cada 3 min: <math>\uparrow</math> 2% na inclinação da esteira (9,4km/h)</li> <li>a partir de 8%: <math>\uparrow</math> 3% na inclinação da esteira (9,4km/h)</li> <li>até a fadiga muscular</li> </ul>	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina), 6g/dia, durante quatro semanas	$\beta$ ALA: $\downarrow$ VO <sub>2</sub> máx absoluto e relativo ( $p = 0,005$ ); $\uparrow$ % VO <sub>2</sub> máx ( $p = 0,034$ ), FC e %FC ( $p = 0,005$ ) no início do acúmulo de lactato no sangue	A suplementação de $\beta$ ALA melhorou a performance em exercícios de resistência submáximos, porém pode acarretar em redução da capacidade aeróbia.
Stout e colaboradores (2006b) / Estados Unidos da América	<ul style="list-style-type: none"> <li>22 indivíduos fisicamente ativos</li> <li>sexo feminino</li> <li>média: <math>28,9 \pm 8,1</math> anos (<math>\beta</math> ALA) e <math>25,8 \pm 4,00</math> (PLA)</li> <li>sem qualquer suplementação por, no mínimo, 12 semanas antes do estudo</li> </ul>	Teste contínuo em cicloergômetro, a 70 rpm e iniciando a 40W, com incremento de 20 W a cada 3 minutos, até que o indivíduo não pudesse sustentar 70 rpm ou interrompesse voluntariamente o exercício.	$\beta$ ALA OU PLA (maltodextrina), durante quatro semanas: <ul style="list-style-type: none"> <li>semana 1: 3,2 g/dia</li> <li>semanas 2, 3 e 4: 6,4 g/dia</li> </ul>	$\beta$ ALA: $\uparrow$ limiar ventilatório (L/min; +13,9%, $p < 0,001$ ) e $\uparrow$ potência produzida no limiar de fadiga (+12,6%; $p < 0,001$ ) após a suplementação, e em relação a PLA; $\uparrow$ TTE ( $p < 0,05$ )	A suplementação de $\beta$ ALA durante 28 dias retardou o início da fadiga muscular em mulheres jovens, prolongando a duração do exercício submáximo.

Stout e colaboradores (2008) / Estados Unidos da América	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 26 indivíduos idosos (sexo feminino = 17; sexo masculino = 9)</li> <li>• média: 72,8±11,1 anos</li> <li>• sem qualquer cirurgia ortopédica no ano anterior assim como histórico de asma e doenças cardíacas e pulmonares</li> <li>• sem qualquer suplementação prévia de β ALA</li> </ul>	<p>Teste em cicloergômetro, a 50 rpm, com incremento de 10-20 W a cada estágio de 2 min, com intervalo de descanso suficiente para a FC retornar a ± 10 bpm da FC inicial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• teste realizado até a fadiga muscular</li> </ul>	β ALA OU PLA (celulose microcristalina), 2,4g/dia, durante 90 dias	β ALA: ↑ potência no limiar de fadiga (+28,6%; p<0,05)	A suplementação de β ALA, durante 90 dias, melhorou a capacidade física de indivíduos idosos.
Favero e colaboradores (2012) / Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 18 indivíduos idosos inativos fisicamente (no mínimo por um ano) e bem nutridos (MAN) (sexo masculino = 8; sexo feminino = 10)</li> <li>• média: 65 ± 4 anos (β ALA) e 64 ± 7 anos (PLA)</li> <li>• sem qualquer doença articular ou cardiopatias</li> <li>• sem qualquer suplementação prévia por pelo menos seis meses</li> </ul>	<p>Avaliação do conteúdo de carnosina muscular</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espectroscopia de ressonância magnética no músculo gastrocnêmio</li> </ul>	β ALA OU PLA (maltodextrina), 3,2g/dia, durante 12 semanas	β ALA : ↑ carnosina muscular (+ 85,4%; p=0,004); ↑ tempo de tolerância ao exercício nos testes com incrementos (+ 12,2%; p=0,04) e com carga constante (+ 36,5%; p<0,05)	A suplementação com β ALA, a partir do aumento de carnosina muscular, melhorou a capacidade física de idosos.
		<p>Teste de capacidade anaeróbia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dois testes de caminhada em esteira, sendo um com incremento de velocidade (até 5,6km/h) e inclinação (2%/min), e o outro com carga constante (75% da diferença entre o limiar anaeróbio ventilatório e o VO<sub>2</sub> pico), ambos até o limite de tolerância</li> </ul> <p>Teste de função muscular</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sentar e levantar de uma cadeira de 45 cm de altura, o maior número de vezes possível em 30 seg</li> <li>• levantar de uma cadeira padrão, percorrer uma distância de 9m (ida-volta-ida, 3 m cada) e sentar novamente</li> </ul>			
		<p>Avaliação da qualidade de vida</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulário simplificado de avaliação de saúde (SF-36)</li> </ul>			

**Legenda:** β ALA – β alanina; PLA – placebo; W- Watts; min- minutos; g- gramas; ↑ -aumento; VO<sub>2</sub>máx – volume máximo de oxigênio; TTE – tempo total de exaustão; [ ] – concentração; seg – segundos; VO<sub>2</sub> – volume de oxigênio; rpm – rotações por minuto; CrM- creatina monohidratada; FC – frequência cardíaca; bpm- batimentos por minuto; MAN – mini avaliação nutricional; m – metros; cm – centímetros; SF-36 – short-form health survey; km/h - quilômetros por hora; ↓ - diminuição.

Os artigos tiveram voluntários, de 21 a 29,2 anos, sendo a maioria homens (n=6) (Hill e colaboradores, 2007; Stout e colaboradores, 2006a; Ghiasvand e colaboradores, 2012; Smith e colaboradores, 2009; Sale e colaboradores, 2012; Jordan e colaboradores, 2012): apenas Stout e colaboradores (2006b) contaram com a participação somente de mulheres.

O tamanho da amostra variou de 13 a 51 indivíduos, totalizando 213 avaliados (sexo masculino: n= 191; sexo feminino: n= 22). Nenhum dos participantes havia recebido suplementação de β-alanina antes do início do estudo.

A dosagem de β-alanina ou placebo variou, sendo administradas de 2 a 6,4 g diárias. Apenas uma pesquisa utilizou a menor dosagem (Ghiasvand e colaboradores, 2012), tendo todos os outros suplementado seus avaliados com quantidades acima de 3g por dia.

Stout e colaboradores (2006a) associaram a β-alanina à creatina, a fim de compará-las e investigar o efeito da suplementação destas duas substâncias associadas.

Quatro pesquisas utilizaram maltodextrina como placebo (Hill e colaboradores, 2007; Sale e colaboradores, 2012; Jordan e colaboradores, 2012; Stout e colaboradores, 2006b), e três fizeram uso de dextrose (Stout e colaboradores, 2006a; Ghiasvand e colaboradores, 2012; Smith e colaboradores, 2009). O tempo de intervenção foi de quatro a dez semanas. Nenhum autor relatou a ocorrência de efeitos colaterais.

A maioria dos artigos realizou os testes em dois momentos (pré e pós-suplementação), sendo que dois executaram suas avaliações em três ou mais momentos distintos (Hill e colaboradores, 2007; Smith e colaboradores, 2009).

A maioria dos estudos aplicou apenas um tipo de teste em seus voluntários, tendo apenas um utilizado dois tipos de avaliação (Hill e colaboradores, 2007).

Cinco pesquisas aplicaram testes em cicloergômetro, com diferentes protocolos (Hill e colaboradores, 2007; Stout e colaboradores, 2006a; Ghiasvand e colaboradores, 2012; Smith e colaboradores, 2009; Stout e colaboradores, 2006b).

Todos os testes, exceto os aplicados por Smith e colaboradores (2009), foram realizados até a fadiga, sendo que em dois deles a fadiga foi identificada de forma subjetiva (Hill e colaboradores, 2007; Ghiasvand e colaboradores, 2012) e nos outros dois foi definida como o momento em que os participantes não eram mais capazes de sustentar o ritmo de pedaladas (Stout e colaboradores, 2006a; Stout e colaboradores, 2006b).

Apenas Hill e colaboradores (2007) avaliaram diretamente o conteúdo muscular de carnosina, por biópsias do músculo vasto lateral, realizadas em três momentos: no início do estudo e após quatro e dez semanas de intervenção.

Uma pesquisa verificou aumento do  $VO_{2máx}$  em iranianos (Ghiasvand e colaboradores, 2012), porém Jordan e colaboradores (2010) mostraram que a suplementação de  $\beta$ -alanina levou à redução não esperada da capacidade aeróbia máxima de americanos, sugerindo a realização de novas pesquisas para investigar este possível efeito indesejado.

Quatro artigos ressaltaram aumento do tempo total de exaustão (Ghiasvand e colaboradores, 2012; Sale e colaboradores, 2012; Jordan e colaboradores, 2012; Stout e colaboradores, 2006b), que pode ser traduzido como maior duração do exercício, com retardo do início da fadiga muscular.

Três estudos mostraram incremento do trabalho total produzido durante os exercícios, após a suplementação de  $\beta$ -alanina (Hill e colaboradores, 2007; Stout e colaboradores, 2006a; Smith e colaboradores, 2009).

Uma pesquisa encontrou aumento da potência produzida no limiar de fadiga (Stout e colaboradores, 2006b).

Outros resultados encontrados foram: menor aumento da concentração sanguínea de lactato (Ghiasvand e colaboradores, 2012)

e incrementos da massa corporal magra e  $VO_2$  pico (Smith e colaboradores, 2009), do  $VO_{2máx}$  relativo, da frequência cardíaca relativa e da frequência cardíaca atingidos no início do acúmulo de lactato sanguíneo, padronizado como 4 mmol/L de sangue (Jordan e colaboradores, 2012), além do aumento do limiar ventilatório (Stout e colaboradores, 2006b).

Sale e colaboradores (2012) encontraram aumento significativo da força produzida por segundo, ratificando que a suplementação de  $\beta$ -alanina pode aumentar a resistência muscular localizada.

Hill e colaboradores (2007) verificaram o aumento dos estoques musculares de carnosina após quatro e dez semanas de suplementação em britânicos fisicamente ativos. Estes autores também mostraram que as fibras musculares do tipo IIa possuíam conteúdo inicial de carnosina 1,71 vez maior que o das fibras tipo I e que a suplementação de  $\beta$ -alanina por dez semanas foi capaz de dobrar este conteúdo nas fibras do tipo I e aumentar em 50% nas fibras tipo IIa.

Foram encontrados apenas dois estudos que investigaram a administração de  $\beta$ -alanina em idosos, realizados nos Estados Unidos da América (Stout e colaboradores, 2008) e no Brasil (Favero e colaboradores, 2012).

Foram avaliados, ao todo, 44 indivíduos, com idade entre 64 e 72,8 anos, de ambos os sexos (sexo masculino:  $n=17$ ; sexo feminino:  $n=27$ ), sem qualquer doença articular ou cardiopatias. Nenhum dos idosos havia recebido suplementação prévia de  $\beta$ -alanina.

Foram administradas dosagens de 2,42g/dia e 3,2g/dia de  $\beta$ -alanina, sendo utilizadas celulose e maltodextrina como placebo. Os dois estudos utilizaram período de intervenção semelhante, ambos maiores do que a duração das pesquisas envolvendo atletas, praticantes de atividade física e sedentários. Não foi observado nenhum efeito colateral pelo uso da  $\beta$ -alanina.

Os dois estudos utilizaram métodos distintos para avaliar o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina na capacidade física de idosos. Stout e colaboradores (2008) realizaram apenas teste em cicloergômetro, com incremento de carga, até a fadiga muscular subjetiva.



Já Favero e colaboradores (2012) realizaram mais avaliações, utilizando dois testes de capacidade anaeróbia de caminhada em esteira, dois testes de função muscular, para medir força e resistência de membros inferiores, e aplicação de um questionário para avaliação da qualidade de vida (formulário SF-36). Foi analisado o conteúdo de carnosina muscular do gastrocnêmio desses indivíduos, utilizando espectroscopia de ressonância magnética.

Ambos os estudos mostraram que a suplementação de  $\beta$ -alanina foi capaz de aumentar a concentração de carnosina muscular e a potência produzida no limiar de fadiga (Stout e colaboradores, 2008), e também retardar a fadiga muscular nos testes de caminhada com e sem incremento de velocidade e carga (Favero e colaboradores, 2012).

## DISCUSSÃO

A suplementação de  $\beta$ -alanina mostra-se benéfica para a *performance* de atletas em atividades de alta intensidade, pelo retardo da fadiga muscular a partir do incremento de carnosina. Isto é especialmente importante para ciclistas e corredores, já que a carnosina atua como tampão intramuscular, possibilitando o prolongamento da duração do *sprint* e aumentando as chances de vitória em provas que são decididas nestes momentos finais.

Durante o *sprint*, há predomínio do metabolismo anaeróbio como fonte de energia, com maior produção de lactato e consequente redução do pH sanguíneo e muscular.

Derave e colaboradores (2007) não observaram correlação positiva entre a suplementação de  $\beta$ -alanina e o desempenho de atletas em corrida de 400m, porém seu efeito ergogênico neste tipo de prova não foi descartado.

O resultado encontrado pode indicar que, em atletas treinados, o desempenho na corrida de 400m não é limitado pela queda do pH intracelular ou ainda que a suplementação adotada levou a um pequeno aumento da capacidade de tamponamento, que não pôde ser detectada pelos métodos utilizados. Este mesmo estudo, realizando testes de contrações dinâmicas exaustivas evidenciou que a carnosina muscular atuou não apenas no aumento da força, mas também atenuando,

ainda que lentamente, a fadiga muscular em atletas treinados.

Modalidades como o futebol e as lutas utilizam principalmente o metabolismo energético anaeróbio, pois, nestas atividades, são realizados “tiros” de alta intensidade, com curtos períodos de recuperação entre eles (5-45 segundos) (Hoffman, 2008).

Kern e Robinson (2011) avaliaram esses atletas e foi observado melhor desempenho daqueles que receberam  $\beta$ -alanina, porém não foram encontradas diferenças significativas na *performance* e variáveis corporais desses indivíduos tanto pré e pós teste, como entre o grupo suplementado e o placebo de cada modalidade esportiva. Segundo os autores, isso pode ter ocorrido pela grande variabilidade entre os atletas avaliados.

Essa heterogeneidade, tanto em relação à composição corporal dos atletas, como aos seus treinamentos, poderia explicar a grande diversidade dos resultados, assim como o alto desvio-padrão apresentado.

Apesar de a combinação de baixa ingestão de proteínas e realização de exercícios intensos não favorecer o ganho de massa magra, o grupo de lutadores suplementados com  $\beta$ -alanina apresentou aumento de massa corporal magra ( $+0,5 \pm 1,95$  kg), com baixo consumo protéico (0,76 g de proteína por kg de peso), sugerindo que a carnosina poderia atuar no metabolismo deste macronutriente.

Os pesquisadores sugerem que a suplementação de  $\beta$ -alanina poderia prevenir a perda de massa magra em lutadores durante o período que estes necessitam perder peso.

As práticas que esses atletas adotam para rápida redução ponderal, a fim de se adequarem às categorias que pertencem, acarretam em perda não apenas de gordura, mas também de massa muscular e água corporal, que prejudica o desempenho atlético.

Os jogadores de futebol podem se beneficiar da suplementação de  $\beta$ -alanina devido ao rápido aumento de força, velocidade e melhora da composição corporal.

Saunders e colaboradores (2012) observaram que a suplementação de  $\beta$ -alanina foi capaz de melhorar o desempenho de jogadores de futebol. Estes autores sugerem que a melhora observada no desempenho possa ser devido ao aumento do tamponamento muscular, pelo incremento da

concentração de carnosina, atenuando a queda do pH acarretada pelos repetidos “tiros” de corrida de alta intensidade.

Foi possível observar que a suplementação de  $\beta$ -alanina traz benefícios também para praticantes de atividade física e sedentários, principalmente no prolongamento da duração de exercícios de alta intensidade (retardo da fadiga muscular).

O exercício intervalado de alta intensidade (*HIIT*) é considerado uma estratégia de treinamento interessante, já que estimula adaptações fisiológicas agudas e crônicas (cardiovascular, metabólica, respiratória e neural), que contribuem para a melhora do desempenho (Rozenek e colaboradores, 2007; Helgerud e colaboradores, 2007).

Foram encontrados resultados positivos com a prática deste tipo de exercício durante longo período de tempo (quatro a seis semanas), como aumento da *performance* em exercícios intensos (6-21%), da potência aeróbica e da capacidade de tamponamento, assim como maior oxidação de gorduras (Edge, Bishop e Goodman, 2006).

Rozenek e colaboradores (2007) mostraram que o *HIIT*, de curta duração e com razão corrida/repouso de 2:1 (100% e 50% do  $VO_{2máx}$ , respectivamente), parece auxiliar na melhora do desempenho atlético devido a adaptações benéficas aos sistemas aeróbio e anaeróbio.

Os resultados encontrados por Smith e colaboradores (2009), a partir da combinação da administração de  $\beta$ -alanina com este tipo de treinamento em indivíduos fisicamente ativos, durante seis semanas, são de extrema importância, já que as adaptações fisiológicas obtidas com a prática do *HIIT*, beneficiadas com a suplementação de  $\beta$ -alanina, podem ser sugeridas para diversas modalidades esportivas de alta intensidade.

Kendric e colaboradores (2009) não avaliaram o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina diretamente na *performance*, mas sim nos estoques de carnosina muscular das fibras tipo I e II. Durante quatro semanas, os indivíduos fisicamente ativos, foram divididos em dois grupos ( $\beta$ -alanina e placebo; 6,4g/dia), e ambos foram submetidos, de três a quatro vezes por semana, a dez séries de dez repetições de flexão (90°) e extensão (180°) de joelho, realizadas apenas com o

membro inferior direito (“treinado”), sendo o esquerdo (“destreinado”).

Ao final do estudo, foi observado aumento significativo no conteúdo de carnosina do músculo vasto lateral do grupo com suplementação, o que não ocorreu no placebo.

Este incremento de carnosina muscular foi observado tanto no membro treinado (+52,2%), como no destreinado (+28,3%), porém sem diferença significativa entre eles. Aqueles que ingeriram  $\beta$ -alanina apresentaram aumento também significativo, em ambos os membros inferiores (sem diferença entre eles), no conteúdo de carnosina muscular das fibras tipo I (+77,4% e +57,5%, nos membros treinado e destreinado, respectivamente) e tipo IIa (+45,7% e 35,5%, respectivamente).

Ao contrário de alguns estudos que sugerem que o treinamento físico, por si só, seria capaz de aumentar a carnosina muscular (Kim e colaboradores, 2005; Tallon e colaboradores, 2005; Suzuki e colaboradores, 2004), Kendric e colaboradores (2009) demonstraram que este fato pode não ser verdadeiro, já que o aumento de carnosina muscular não apresentou diferença significativa entre os membros treinado e destreinado.

Estes autores sugerem que o exercício isocínético realizado por homens fisicamente ativos, durante quatro semanas, exerceu pouco ou nenhum efeito sobre a atividade da enzima carnosina sintetase, mostrando que a  $\beta$ -alanina é limitante na síntese de carnosina muscular.

A pesquisa de Tallon e colaboradores (2005) é particularmente interessante, pois avalia o conteúdo muscular de carnosina em fisiculturistas, expostos frequentemente a exercícios de resistência intensos, com alta produção de lactato e redução do pH sanguíneo.

Os autores mostraram que esses atletas possuíam o dobro de carnosina muscular de indivíduos destreinados, sugerindo que a atividade intensa de resistência poderia elevar a produção deste peptídeo.

Entretanto, os fisiculturistas avaliados relataram uso de suplementos alimentares (*Whey Protein*, BCAA, glutamina, creatina e caseína, dentre outros) e de hormônios esteróides anabolizantes, como testosterona,

que podem ter interferido diretamente no aumento da carnosina muscular.

Sale e colaboradores (2012) demonstraram que a suplementação de  $\beta$ -alanina pode ser capaz de melhorar a capacidade muscular de sustentar contrações isométricas intensas, sugerindo que esta possa também ser benéfica para diversas atividades esportivas que envolvam este tipo de contração.

Em um dos estudos selecionados, a suplementação de 6 g diárias de  $\beta$ -alanina durante 28 dias, em indivíduos fisicamente ativos, levou à diminuição não esperada do  $VO_{2\text{máx}}$  (Jordan e colaboradores, 2012).

Os resultados são parcialmente concordantes com os encontrados por Zoeller e colaboradores (2007), que observaram aumento da potência produzida no limiar de lactato, em um teste realizado em cicloergômetro, porém sem qualquer alteração no  $VO_{2\text{máx}}$ .

Entretanto, estes utilizaram dosagem de  $\beta$ -alanina inferior (3,2g/dia), tornando-se necessária a realização de novos estudos para avaliar o possível efeito adverso da quantidade de  $\beta$ -alanina na capacidade aeróbia ( $VO_{2\text{máx}}$ ).

Alguns estudos mostram que a suplementação de creatina também pode exercer efeito ergogênico nos *sprints* realizados durante e ao final de provas de resistência (Kreider e colaboradores, 1998; Vandebuerie e colaboradores, 1998; Vandenberghe e colaboradores, 1997). Entretanto, é conhecido que esta suplementação leva a aumentos significativos da massa corporal (em alguns casos, acima de 2 kg), devido à retenção hídrica, tornando-se indesejável para o bom desempenho em diversos esportes, como o ciclismo, em que esta elevação ponderal reduz a potência produzida por quilograma de peso corporal (Van Thienen e colaboradores, 2009).

Porém, Kendric e colaboradores (2008) demonstraram que quatro semanas de suplementação de  $\beta$ -alanina (6,4g/dia), associada a exercícios resistidos, não acarretaram em aumento de peso corporal e massa magra. Isto também não foi observado com a administração de  $\beta$ -alanina durante um período de duas a oito semanas, por vários outros autores (Hill e colaboradores, 2007; Harris e colaboradores, 2006; Van Thienen e colaboradores, 2009).

Portanto, a suplementação de  $\beta$ -alanina é mais recomendada, quando comparada com a de creatina, para melhora da *performance* em esportes nos quais qualquer aumento de peso corporal pode prejudicar o desempenho.

Harris e colaboradores (1992) observaram que pessoas fisicamente ativas, que inicialmente já possuíam elevadas quantidades de creatina muscular, muitas vezes não foram responsivos à sua suplementação oral.

Entretanto, isto não foi observado, em relação à carnosina muscular, por Derave e colaboradores (2007), já que os atletas de atletismo avaliados que apresentavam elevadas concentrações musculares iniciais de carnosina (>12 mmol/L) obtiveram aumento significativo da mesma (4–5 mmol/L) após quatro semanas de suplementação de  $\beta$ -alanina (2,4 a 4,8g/dia).

O aumento da carnosina muscular pela suplementação não é dependente do seu conteúdo inicial, sugerindo também a falta de um “efeito teto” e que o conteúdo de carnosina muscular normalmente presente em humanos é bastante inferior ao seu máximo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Hill e colaboradores (2007) após quatro semanas de suplementação de  $\beta$ -alanina (4 a 6,4g/dia) em homens fisicamente ativos, sendo que a administração adicional por seis semanas (6,4 g/dia) foi capaz de elevar em 20% as concentrações de carnosina muscular.

Stout e colaboradores (2006a) mostraram que a associação de  $\beta$ -alanina com creatina foi capaz de aumentar a capacidade de trabalho de indivíduos destreinados submetidos a teste em cicloergômetro, até a fadiga.

Porém, o mesmo efeito foi observado com a suplementação apenas de  $\beta$ -alanina, mostrando que parece não existir nenhum efeito adicional da creatina no retardo da fadiga muscular, quando comparado com a ingestão isolada de  $\beta$ -alanina.

Apesar do número reduzido de estudos abrangendo a população idosa, a suplementação de  $\beta$ -alanina parece ser eficaz na melhora da capacidade física desses indivíduos, podendo contribuir diretamente para maior independência e qualidade de vida.

O envelhecimento é associado ao surgimento da sarcopenia, que engloba a

perda de massa muscular e diminuição da sua funcionalidade (força ou resistência), podendo acarretar na perda de capacidade física, redução da qualidade de vida e até morte (Cruz-Jentoft e colaboradores, 2010; Goodpaster e colaboradores, 2006).

Tallon e colaboradores (2007) observaram conteúdo de carnosina muscular 53,2% menor nas fibras musculares tipo II de idosos sedentários (65-80 anos), em comparação ao de jovens ativos fisicamente (20-35 anos), podendo corresponder a um decréscimo na capacidade de tamponamento físico-químico intramuscular de, no mínimo, 7%.

Segundo esses autores, as possíveis causas para esta diferença no conteúdo de carnosina muscular são a baixa atividade física, ingestão alimentar insuficiente ou o resultado de uma desnervação progressiva.

Devido ao menor tamponamento, os idosos podem apresentar menor tolerância ao exercício físico, especialmente anaeróbico.

Conforme mostrado por estes pesquisadores e Stout e colaboradores (2008), a suplementação de  $\beta$ -alanina pode ser benéfica para os idosos devido ao seu papel na síntese de carnosina muscular, melhorando a capacidade física, resistência muscular e retardando a fadiga. Isto é extremamente importante para esta população, visto que contribui diretamente para a manutenção da saúde, maior independência e prevenção de quedas e fraturas.

Tallon e colaboradores (2007) avaliaram também o impacto do exercício físico, com ou sem suplementação de  $\beta$ -alanina, na qualidade de vida dos idosos.

Diversos pesquisadores mostraram que a prática regular de atividade física está extremamente relacionada à melhora da qualidade de vida de indivíduos de diversas faixas etárias, saudáveis ou não (Courneya e colaboradores, 2003; Silva e colaboradores, 2010; Acree e colaboradores, 2006), porém não foram encontradas mudanças significativas na qualidade de vida dos idosos, de ambos os grupos, antes e após a suplementação e a prática de atividade física regular, assim como não houve diferença entre os grupos.

Tallon e colaboradores (2007) relatam que este resultado possa ser devido ao fato de os voluntários encontrarem-se saudáveis e sem limitações funcionais no início do estudo,

sugerindo a importância de pesquisas futuras sobre o efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina em idosos com altos graus de sarcopenia.

Apenas esses dois artigos envolvendo idosos foram encontrados, mostrando-se importante a realização de mais pesquisas com essa população, saudáveis ou não, pelos benefícios decorrentes da suplementação de  $\beta$ -alanina.

As dosagens diárias de  $\beta$ -alanina utilizadas nos estudos foram semelhantes entre indivíduos jovens, porém maior do que as administradas aos idosos. Por outro lado, a duração da suplementação nestes indivíduos foi superior àquela utilizada em atletas, praticantes de atividade física e sedentários.

Os artigos apresentaram algumas limitações. Os autores relatam que foi solicitado que seus voluntários mantivessem suas atividades físicas e padrões alimentares normais, entretanto não foi possível monitorar estas variáveis para verificar se estas exigências foram realmente cumpridas.

Foram utilizados suplementos de  $\beta$ -alanina comerciais, que, segundo Geyer e colaboradores (2004), podem estar sujeitos à contaminação com substâncias proibidas e/ou possuir concentrações dos componentes diferentes das citadas em seus rótulos.

Algumas dessas substâncias poderiam interferir na absorção de  $\beta$ -alanina ou causar efeitos que poderiam ser, erroneamente, atribuídos à suplementação deste aminoácido, prejudicando as investigações.

As cápsulas utilizadas por Jordan e colaboradores (2010), por exemplo, eram adicionadas de antioxidantes (N-acetilcisteína, ácido alfalipóico e vitamina E). Nenhum dos autores realizou teste de pureza em seus suplementos, sendo sugerida a realização desta análise em futuras pesquisas, para tornar os resultados mais confiáveis.

O efeito da suplementação de  $\beta$ -alanina na *performance* atlética foi avaliado apenas em cinco modalidades esportivas (ciclismo, atletismo, futebol, boxe e luta greco-romana), podendo-se sugerir a realização de novas pesquisas englobando outros esportes que envolvam atividades de alta intensidade, como natação, vela, escalada, diversos tipos de lutas, futebol americano, dentre outros.

Atualmente podem ser encontrados, no mercado nacional e internacional, diversos suplementos alimentares contendo  $\beta$ -alanina em sua composição ou até mesmo como

componente principal, muito consumidos por praticantes de musculação que buscam aumento de massa muscular e melhor rendimento em seus treinos. Não foram encontradas pesquisas com essa população, tornando-se necessários estudos com o objetivo de investigar a eficácia da  $\beta$ -alanina, com esses propósitos, em praticantes de musculação.

Nenhum dos artigos que avaliaram atletas teve a participação de mulheres. Além disso, a amostra feminina de praticantes de atividade física e sedentárias foi muito inferior ( $n=49$ ) à masculina ( $n=208$ ), devendo ser realizadas mais pesquisas abrangendo mulheres, principalmente atletas, visto que cada vez mais participam, com excelentes resultados, do cenário esportivo mundial.

Não foram encontradas pesquisas realizadas com adolescentes. O estudo desses indivíduos é interessante, já que atualmente muitos adolescentes realizam atividades físicas, sejam elas recreacionais ou competitivas.

Também não foram encontrados estudos avaliando a suplementação de  $\beta$ -alanina em vegetarianos. Nesses indivíduos, principalmente em vegetarianos restritos, a síntese de carnosina é limitada pela produção hepática de  $\beta$ -alanina, já que não é obtida pela dieta.

Everaert e colaboradores (2011) observaram que os vegetarianos ovo-lacto e restritos, há pelos oito anos, apresentaram concentrações de carnosina muscular 17 a 26% menores, em relação a indivíduos ingerindo dieta mista. Torna-se importante a realização de pesquisas avaliando a suplementação de  $\beta$ -alanina no desempenho físico de vegetarianos, já que atualmente muitos indivíduos adotam este tipo de alimentação.

Sugere-se a realização de estudos comparando variadas dosagens de  $\beta$ -alanina com períodos mais prolongados de intervenção. Todos os artigos revisados avaliaram os efeitos da suplementação de  $\beta$ -alanina a curto prazo, não tendo sido encontrados estudos com acompanhamento por maior período de tempo.

Apesar de a suplementação de  $\beta$ -alanina ser amplamente estudada, existem poucas pesquisas a respeito de seus possíveis efeitos colaterais.

Harris e colaboradores (2006) compararam a administração de 40mg de  $\beta$ -alanina/kg de peso corporal, sob a forma de suplemento, e a mesma quantidade, sob a forma de anserina e carnosina, em uma sopa de frango.

Foi observado que os ingleses que receberam a sopa de frango ou que estavam no grupo controle (sem  $\beta$ -alanina) não apresentaram nenhum efeito colateral, enquanto que aqueles suplementados com 40mg de  $\beta$ -alanina/kg de peso corporal experimentaram sintomas muito desagradáveis, que se iniciaram de 20 min a 1 hora após a ingestão de  $\beta$ -alanina. Eles apresentaram irritação na pele, vermelhidão e sensação de "espinhos", afetando inicialmente as orelhas, testa e couro cabeludo, evoluindo para outras áreas como braços, dorso das mãos, costas e nádegas. Sintomas menos intensos foram observados com a administração de 20mg/kg de peso e os indivíduos que receberam 10mg/kg de peso relataram apenas incômodos leves.

Pode-se observar a importância no fracionamento da suplementação total diária de  $\beta$ -alanina, sendo que estes autores sugerem no máximo 10mg/kg de peso a cada dose a fim de evitar sintomas adversos.

## CONCLUSÃO

A partir dos estudos revisados, pode-se concluir que a suplementação de  $\beta$ -alanina pode trazer diversos benefícios para o desempenho de atletas, jovens e idosos praticantes de atividade física e sedentários.

A administração deste aminoácido parece não só atuar no retardo da fadiga muscular, prolongando a duração do exercício de alta intensidade, mas também no aumento da força e da potência produzida durante essas atividades, melhorando a *performance* de atletas.

Além disso, melhora a capacidade física de praticantes de atividade física e sedentários, principalmente no que diz respeito ao retardo da fadiga muscular.

## REFERÊNCIAS

1-Acree, L. S.; Longfors, J.; Fjeldstad, A.S.; Fjeldstad, C.; Schank, B.; Nickel, K.J.; Montgomery, P.S.; Gardner, A.W. Physical activity is related to quality of life in older

adults. Health and Quality of Life Outcomes. Vol. 4. Núm. 37. 2006.

2-Asatoor, A. M.; Bando, J. K.; Lant, A. F.; Milne, M. D.; Navab, F. Intestinal absorption of carnosine and its constituent amino acids in man. Gut. Vol. 11. p. 250-254. 1970.

3-Bakardjiev, A.; Bauer, K. Transport of  $\beta$ -alanine and biosynthesis of carnosine by skeletal muscle cells in primary culture. European Journal of Biochemistry. Vol. 225. p. 617-623. 1994.

4-Boldyrev, A. A.; Koldobski, A.; Kurella, E.; Maltseva, V.; Stvolinski, S. Natural histidine-containing dipeptide carnosine as a potent hydrophilic antioxidant with membrane stabilizing function: a biomedical aspect. Molecular and Chemical Neuropathology. Vol. 19. p. 185-192. 1993.

5-Courneya, K. S.; Mackey, J. R.; Bell, G.J.; Jones, L. W.; Field, C. J.; Fairey, A. S. Randomized controlled trial of exercise training in postmenopausal breast cancer survivors: cardiopulmonary and quality of life outcomes. Journal of Clinical Oncology. Vol. 21. p. 1660-1668. 2003.

6-Cruz-Jentoft, A. J.; Baeyens, J. P.; Bauer, J. M.; Boirie, Y.; Cederholm, T.; Landi, F.; Martin, F. C.; Michel, J. P.; Rolland, Y.; Schneider, S. M.; Topinková, E.; Vandewoude, M.; Zamboni, M. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis, report of the European Working Group on sarcopenia in older people. Age and Ageing. Vol. 39. Núm. 4. p. 412-423. 2010.

7-Dennig, H.; Talbott, J. H.; Edwards, H. T.; Dill, D. B. Effect of acidosis and alkalosis upon capacity for work. Journal of Clinical Investigation. Vol. 9. p. 601-613. 1931.

8-Derave, W.; Ozdemir, M. S.; Harris, R. C.; Pottier, A.; Reyngoudt, H.; Koppo, K.; Wise, J.A.; Achten, E.  $\beta$ -alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. Journal of Applied Physiology. Vol. 103. p. 1736-1743. 2007.

9-Donovan, T.; Ballam, T.; Morton, J. P.; Close, G.L.  $\beta$ -alanine improves punch force and frequency in amateur boxers during a simulated contest. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. Vol. 22. Núm. 5. p. 331-337. 2012.

10-Dutka, T. L.; Lamb, G. D. Effect of carnosine on excitation-contraction coupling in mechanically-skinned rat skeletal muscle. Journal of Muscle Research and Cell Motility. Vol. 25. p. 203-213. 2004.

11-Edge, J.; Bishop, D.; Goodman, C. The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. European Journal of Applied Physiology. Vol. 96. Núm. 1. p. 97-105. 2006.

12-Everaert, I.; Mooyaart, A.; Baguet, A.; Zutinic, A.; Baelde, H.; Achten, E.; Taes, Y.; De Heer, E.; Derave, W. Vegetarianism, female gender and increasing age, but not CNBP1 genotype, are associated with reduced muscle carnosine levels in humans. Amino Acids. Vol. 40. p. 1221-1229. 2011.

13-Favero, S.; Roschel, H.; Solis, M. Y.; Hayashi, A. P.; Artioli, G. G.; Otaduy, M. C.; Benatti, F. B.; Harris, R. C.; Wise, J. A.; Leite, C. C.; Pereira, R. M.; Sá-Pinto, A. L.; Lancha Junior, A. H.; Gualano, B. Beta-alanine (Carnosyn<sup>TM</sup>) supplementation in elderly subjects (60–80 years): effects on muscle carnosine content and physical capacity. Amino Acids. Vol. 43. p. 49-56. 2012.

14-Geyer, H.; Parr, M. K.; Mareck, U.; Reinhart, U.; Schrader, Y.; Schänzer, W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids—results of an international study. International Journal of Sports Medicine. Vol. 25. p. 124-129. 2004.

15-Ghiasvand, R.; Askari, G.; Malekzadeh, J.; Hajishafiee, M.; Daneshvar, P.; Akbari, F.; Bahreynian, M. Effects of six weeks of  $\beta$ -alanine administration on VO<sub>2</sub> max, time to exhaustion and lactate concentrations in physical education students. International Journal of Preventive Medicine. Vol. 3. Núm. 8. p. 559-563. 2012.

- 16-Goodpaster, B. H.; Park, S. W.; Harris, T. B.; Kritchevsky, S. B.; Nevitt, M.; Schwartz, A. V.; Simonsick, A. M.; Tylavsky, F. A.; Visser, M.; Newman, A. B. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. Vol. 61. Núm. 10. p. 1059-1064. 2006.
- 17-Harris, R.C.; Marlin, D.J.; Dunnett, M.; Snow, D.H.; Hultman, E. Muscle buffering capacity and dipeptide content in the thoroughbred horse, greyhound dog and man. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Vol. 97A. p.249-251. 1900.
- 18-Harris, R. C.; Soderlund, K.; Hultman, E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical Science*. Vol. 83. p.367-374. 1992.
- 19-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 betaalanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastuslateralis. *Amino Acids*. Vol. 30. p. 279-289. 2006.
- 20-Helgerud, J.; Hoydal, K.; Wang, E.; Karlsen, T.; Berg, P.; Bjerkaas, M.; Simonsen, T.; Helgesen, C.; Hjorth, N.; Bach, R.; Hoff, J. Aerobic high intensity intervals improve  $VO_{2max}$  more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 39. Núm. 4. p. 665-671. 2007.
- 21-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 beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*. Vol. 32. Núm. 2. p. 225-233. 2007.
- 22-Hoffman, J. The applied physiology of American Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol3. p.387-392. 2008.
- 23-Howe, S. T.; Bellinger, P. M.; Driller, M. W.; Shing, C. M.; Fell, J. W. The effect of  $\beta$ -alanine supplementation on isokinetic force and cycling performance in highly-trained cyclists. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 23. Núm. 6. p. 562-570. 2013.
- 24-Jordan, T.; Lukaszuk, J.; Misic, M.; Umoren, J. Effect of beta-alanine supplementation on the onset of blood lactate accumulation (OBLA) during treadmill running: Pre/post 2 treatment experimental design. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 7. Núm. 20. p. 20-26. 2010.
- 25-Kendric, I. P.; Kim, H. J.; Harris, R. C.; Kim, C. K.; Dang, V. H.; Lam, T. Q.; Bui, T. T.; Wise, J. A. The effect of 4 weeks  $\beta$ -alanine supplementation and isokinetic training on carnosine concentrations in type I and II human skeletal muscle fibres. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 106. Núm. 1. p. 131-138. 2009.
- 26-Kendric, I. P.; Harris, R. C.; Kim, H.J.; Kim, C. K.; Dang, V. H.; Lam, T. Q.; Bui, T. T.; Smith, M.; Wise, J. A. The effects of 10 weeks of resistance training combined with beta-alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. *Amino Acids*. Vol. 34. Núm. 4. p. 547-554. 2008.
- 27-Kern, B. D.; Robinson, T. L. Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Núm. 7. p. 1804-1815. 2011.
- 28-Kim, H. J.; Kim, C. K.; Harris, R. C.; Harris, D. B.; Sale, C. Effect on muscle fibre morphology and carnosine content after 12 days training of Korean speed skaters. *Medicine and Science in Sports & Exercise*. Vol. 37. Suppl. 5. S. p.192. 2005.
- 29-Kreider, B. R.; Ferreira, M.; Wilson, M.; Grindstaff, P.; Plisk, S.; Reinardy, J.; Cantler, E.; Almada, A. L. Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise*. Vol. 30. p. 73-82. 1998.
- 30-Lamont, C.; Miller, D. J. Calcium sensitizing action of carnosine and other endogenous imidazoles in chemically skinned striated

- muscle. *Journal of Physiology*. Vol. 454. p. 421-434. 1992.
- 31-Mannion, A. F.; Jakeman, P. M.; Dunnett, M.; Harris, R. C.; Willan, P. L. Carnosine and anserine concentrations in the quadriceps femoris muscle of healthy humans. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 64. Núm. 1. p. 47-50. 1992.
- 32-Perry, T. L.; Hansen, S.; Tischler, B.; Bunting, R.; Berry, K. Carnosinemia: a new metabolic disorder associated with neurologic disease and mental defect. *New England Journal of Medicine*. Vol. 277. p. 1219-1226. 1967.
- 33-Rozenek, R.; Funato, K.; Kubo, J.; Hoshikawa, M.; Matsuo, A. Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with  $VO_{2max}$ . *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 21. Núm. 1. p. 188-192. 2007.
- 34-Sahlin, K.; Edstrom, L.; Hultman, E. Effects of lactic acid accumulation and ATP decrease on muscle tension and relaxation. *American Journal of Physiology*. Vol. 240. p. C121-126. 1981.
- 35-Sale, C.; Hill, C. A.; Ponte, J.; Harris, R. C.  $\beta$ -alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 9. Núm. 26. p. 26-32. 2012.
- 36-Saunders, B.; Sunderland, C.; Harris, R.C.; Sale, C.  $\beta$ -alanine supplementation improves YoYo intermittent recovery test performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 9. Núm. 39. p. 39-43. 2012.
- 37-Silva, R. S.; Silva, I.; Silva, R. A.; Souza, L.; Tomasi, E. Atividade física e qualidade de vida. *Ciência e Saúde Coletiva*. Vol. 15. Núm. 1. p. 115-120. 2010.
- 38-Smith, A. E.; Walter, A. A.; Graef, J. L.; Kendall, K. L.; Moon, J. R.; Lockwood, C. M.; Fukuda, D. H.; Beck, T. W.; Cramer, J. T.; Stout, J. R. Effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on endurance performance and body composition in men; a double-blind trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 6. Núm. 5. p. 5-13. 2009.
- 39-Sola-Penna, M. Metabolic regulation by lactate. *Life*. Vol. 60. Núm. 9. p. 605-608. 2008.
- 40-Stout, J. R.; Cramer, J. T.; Zoeller, R. F.; Torok, D.; Costa, P.; Hoffman, J. R.; Harris, R. C.; O'Kroy, J. Effects of beta-alanine supplementation on the onset of neuromuscular fatigue and ventilatory threshold in women. *Amino Acids*. Vol. 32. Núm. 3. p. 381-386. 2006b.
- 41-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*. Vol. 20. Núm. 4. p. 928-931. 2006a.
- 42-Stout, J. R.; Graves, B. S.; Smith, A. E.; 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*. Vol. 5. Núm. 21. p. 21-26. 2008.
- 43-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*. Vol. 2. p. 105-110. 2004.
- 44-Suzuki, Y.; Ito, O.; Mukai, N.; Takahashi, H.; Takamatsu, K. High level of skeletal muscle carnosine contributes to the latter half of exercise performance during 30-s maximal cycle ergometer sprinting. *Japanese Journal of Physiology*. Vol. 52. p. 199-205. 2002.
- 45-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*. Vol. 19. Núm. 4. p. 725-729. 2005.
- 46-Tallon, M. J.; Harris, R. C.; Maffulli, N.; Tarnopolsky, M. A. Carnosine, taurine and



# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpfex.com.br](http://www.rbpfex.com.br)

enzyme activities of human skeletal muscle fibres from elderly subjects with osteoarthritis and young moderately active subjects. *Biogerontology*. Vol. 8. Núm. 2. p. 129-137. 2007.

47-Trivedi, B.; Danforth, W. H. Effect of pH on the kinetics of frog muscle phosphofructokinase. *Journal of Biological Chemistry*. Vol. 241. Núm. 17. p. 4110-4114. 1966.

48-Van Thienen, R.; Van Proeyen, K.; Vanden Eynde, B.; Puype, J.; Lefere, T.; Hespel, P.  $\beta$ -alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 41. Núm. 4. p. 898-903. 2009.

49-Vandebuerie, F.; Vanden Eynde, B.; Vandenberghe, K.; Hespel, P. Effect of creatine loading on endurance capacity and sprint power in cyclists. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 19. Núm. 7. p. 490-495. 1998.

50-Vandenberghe, K.; Goris, M.; Van Hecke, P.; Van Leemputte, M.; Vangerven, L.; Hespel, P. Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 83. p. 2055-2063. 1997.

51-Williams, M. H. Ergogenic aids: a means to citius, altius, fortius, and olympic gold? *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol. 67. Núm. 3. p. 58-64. 1996.

52-Zoeller, R. F.; Stout, J. R.; O'kroy, J. A.; Torok, D. J.; Mielke, M. Effects of 28 days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate thresholds, and time to exhaustion. *Amino Acids*. Vol. 33. Núm. 3. p. 505-510. 2007.

E-mail dos autores:

[carolinenutr@yahoo.com.br](mailto:carolinenutr@yahoo.com.br)

[eabreu@nutricao.ufrj.br](mailto:eabreu@nutricao.ufrj.br)

[gabimorgado@yahoo.com.br](mailto:gabimorgado@yahoo.com.br)

Recebido para publicação 05/09/2014

Aceito em 12/03/2015