

Efeito de 5 semanas da suplementação de beta-alanina em nadadores

A literatura científica evidencia que o dipeptídeo carnosina parece agir neutralizando íons hidrogênio resultantes da dissociação do ácido láctico, o que pode postergar o aparecimento de fadiga após intervenção com β-alanina (βA). Para isso, foi traçado um estudo onde os participantes do estudo foram divididos após randomização em dois grupos: grupo placebo (GPLA, n = 4) e grupo β-alanina (GBA, n = 5) onde receberam de forma duplo-cega cápsulas com βA ou placebo (1,6 g/dia na primeira semana e 3,2 g/dia nas quatro semanas seguintes) associadas a testes de natação (3 tiros em 100 metros livres a 95 % da FCMÁX). Os resultados encontrados mostraram uma redução da média do tempo final de prova do GBA (69,62 s vs. 69,51 s) quando comparada ao GPLA (77,56 s vs. 77,89 s), entretanto sem diferenças significativas (p > 0,05). Houve apenas uma alteração no pico de lactato do GPLA comparado ao GBA nos testes 2 e 3 (p < 0,05). Não encontramos diferenças significativas após intervenção de 5 semanas sobre a composição corporal e marcadores de função hepática e renal em ambos os grupos. Houve apenas uma alteração no pico de lactato do GPLA comparado ao GBA nos testes 2 e 3 (p < 0,05). Conclui-se que a dosagem de βA utilizada nesse estudo não alterou o rendimento atlético (tempo final de prova) e composição corporal dos nadadores, entretanto, reforçou que a dosagem utilizada não promoveu alterações significativas nas funções hepáticas e renais por um tempo curto de intervenção.

Palavras-chave: Beta-alanina; Atletas; Natação.

5-weeks effect of beta-alanine supplementation in swimmers

The scientific literature has demonstrated that the carnosine dipeptide appears to act by neutralizing hydrogen ions resulting from the dissociation of lactic acid, which may postpone the onset of fatigue following β-alanine (βA) intervention. For this, a study was drawn where the study participants were divided after randomization into two groups: placebo group (GPLA, n = 4) and β-alanine group (GBA, n = 5) where they received double-blind capsules with βA or placebo (1.6 g / day for the first week and 3.2 g / day for the next four weeks) associated with swimming tests (3 shots in 100 m free at 95% of HRMA). The results showed a reduction in the mean time of final GBA test (69.62 s vs. 69.51 s) when compared to GPLA (77.56 s vs. 77.89 s), but without significant differences (p > 0.05). There was only one change in lactate peak of GPLA compared to GBA in tests 2 and 3 (p < 0.05). We found no significant differences after 5-week intervention on body composition and markers of hepatic and renal function in both groups. There was only one change in lactate peak of GPLA compared to GBA in tests 2 and 3 (p < 0.05). It is concluded that the dosage of βA used in this study did not alter the athletic performance (end time of test) and body composition of the swimmers, however, it reinforced that the dosage used did not promote significant alterations in the hepatic and renal functions for a short time of intervention.

Keywords: Beta-alanine; Athletes; Swimming.

Topic: **Educação Física**

Received: **27/10/2022**

Approved: **06/01/2023**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Luiz Eduardo Marinho Falcão

Faculdade Estácio de Alagoas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1945625036760561>
eduardomarinhonutri@gmail.com

Raphael de Souza Pinto

Universidade de São Paulo, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7754740321112619>
<http://orcid.org/0000-0002-2633-651X>
raphael.pinto@online.uscs.edu.br

Flaviana Santos Oliveira

Fundação de Ensino Superior de Olinda, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3205234806785623>
enf.flaviana2011@hotmail.com

Angela de Oliveira Godoy Ilha

Universidade Santa Cecília, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0569392693408194>
<http://orcid.org/0000-0001-8967-6194>
angelailha@hotmail.com

Michele Ferro de Amorim Cruz

Centro Universitário de Brasília, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1510068593117177>
<http://orcid.org/0000-0003-0387-1509>
micheleferro.ac@gmail.com

Tibério Silva Medeiros

Universidade Federal de Alagoas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5728455352037305>
<http://orcid.org/0000-0003-0218-5312>
tiberiomedeiros@gmail.com

Braulio Cesar de Alcantara Mendonça

Universidade Federal de Alagoas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9139500093380224>
<http://orcid.org/0000-0002-0891-1621>
braulio.ufal@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2236-9600.2023.001.0006

Referencing this:

FALCÃO, L. E. M.; PINTO, R. S.; OLIVEIRA, F. S.; ILHA, A. O. G.; CRUZ, M. F. A.; MEDEIROS, T. S.; MENDONÇA, B. C. A.. Efeito de 5 semanas da suplementação de beta-alanina em nadadores. *Scire Salutis*, v.13, n.1, p.49-58, 2023. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2236-9600.2023.001.0006>

INTRODUÇÃO

Ao falar de tamponamento de potencial hidrogênico (pH) pode-se incluir a ação de proteínas, aminoácidos, bicarbonato (HCO_3^-) e fosfato inorgânico (Pi) como uma das primeiras linhas de defesa sobre a neutralização de íons hidrogênio (H^+) e subsequentemente da acidose intramuscular gerada no exercício de alta intensidade. Tocante aos aminoácidos, o que vem ganhando grande notoriedade nos últimos anos sobre o rendimento no exercício é a β -alanina (βA) por promover aumentos significativos na concentração de carnosina, dipeptídeo sintetizado primordialmente no músculo esquelético a partir dos aminoácidos L-histidina e β -alanina (DERAVE et al., 2007; HILL et al., 2007; KENDRICK et al., 2008; BAGUET et al., 2010; DEL FAVERO et al., 2012; BOLDYREV et al., 2013; STEGEN et al., 2014, HOBSON et al., 2012).

A carnosina, por ser um tamponante de prótons, pode aumentar a capacidade do exercício postergando o início da. Além disso, atua melhorando a utilização de substratos energéticos e sendo também um auxílio na manutenção da contração muscular (ABE, 2000; SUZUKI et al., 2002; HILL et al., 2007).

Partindo da hipótese supracitada, o presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos fisiológicos da intervenção com βA sobre as respostas da fadiga (lactatemia), rendimento (tempo final de prova) e segurança (função hepática e renal) em nadadores treinados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados nove participantes, atletas de natação de ambos os gêneros, aos quais foram informados previamente dos objetivos do estudo de forma oral e por escrito e se tornaram voluntários assim que desejaram participar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para a participação dos voluntários menores de 18 anos os responsáveis assinaram o TCLE permitindo a participação do menor no estudo. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Estácio de Alagoas (CEP/FAL) da cidade de Maceió, no Estado de Alagoas, protocolo número 1.558.313.

Os nadadores compareceram ao laboratório de bioquímica, antropometria e de informática da Faculdade de Estácio de Alagoas/FAL em dois momentos, o primeiro encontro se deu uma semana antes do início da intervenção e o segundo logo após o término da intervenção. Nos dois momentos os voluntários foram submetidos à avaliação antropométrica e alimentar, bem como à coleta sanguínea para análise de marcadores bioquímicos específicos.

Avaliação dietética

Para avaliar o consumo alimentar dos nadadores foi aplicado o recordatório alimentar de 24 horas (R24h) que é um inquérito dietético capaz de estimar a ingestão alimentar no período anterior a entrevista. Após aplicação, os inquéritos dietéticos foram calculados utilizando o software de avaliação nutricional AvaNutri 4.0 com média e desvio padrão de dois dias representada na **Tabela 2**.

Avaliação da composição corporal

Para estimativa da composição corporal foi realizada avaliação antropométrica com o auxílio dos seguintes equipamentos: adipômetro Lange Beta Technology Incorporated, Cambridge, com resolução de 1 mm; fita métrica (capacidade 150 cm), balança digital G-life para aferição de peso (capacidade máxima 150 kg) e estadiômetro Personal Caprice Sanny (capacidade 115 a 210 cm). O percentual de gordura corporal, somatório de quatro dobras cutâneas (prega cutânea tricipital, prega cutânea bicipital, prega cutânea subescapular; prega cutânea supra-ílica), massa muscular isenta de gordura e massa gorda em quilogramas (Kg) foram estimadas pela equação de Durnin et al. (1974) e com o resultado da densidade corporal encontrada foi substituída na equação de Siri (1961).

Protocolo de suplementação

Para a realização do estudo os voluntários foram divididos de forma aleatória em dois grupos: grupo beta-alanina (GBA) e o grupo que recebeu um placebo com dextrose (GPL). Após delineamento dos grupos os indivíduos receberam no início de cada semana a suplementação individual com cápsulas que continham 400 mg de beta alanina (Beta Alanine Powder – Optimum Nutrition[®]) ou dextrose (100% Dextrose – Pró séries Athletica[®]), sendo que, na primeira semana, a suplementação foi a de 1,6 g/dia (4 cápsulas ao dia durante 7 dias) e nas quatro semanas seguintes 3,2 g/dia (8 cápsulas ao dia durante os 28 dias restantes) de forma duplo-cega. A suplementação foi adquirida por financiamento próprio e proporcionada na própria instituição.

Avaliação bioquímica

As coletas de sangue venoso foram realizadas por uma técnica de enfermagem especializada nos próprios laboratórios da IES e as análises bioquímicas foram encaminhadas ao Laboratório de Diagnósticos de Alagoas (LABOAL) antes e após intervenção para análises de marcadores de função hepática e renal como: ureia, creatinina sérica, transaminase glutâmico-oxalacética (TGO) e transaminase glutâmico-pirúvica (TGP).

Protocolo de exercício físico e avaliação do lactato

O teste de natação se deu em três momentos (antes do início da suplementação, após duas semanas e após cinco semanas) em uma piscina semiolímpica, entre 8h e 9h da manhã, onde foram realizados 4 tiros de 100 metros nado crawl, a 95 % da $FC_{MÁX}$ dos nadadores, com intervalo de 2 minutos entre cada tiro. Imediatamente após cada tiro, foram realizadas as coletas das concentrações de lactato (La^-) com o auxílio do lactímetro Accutrend[®] Plus e de fitas BM lactate, assim como os níveis basais de La^- para posterior análise da intervenção com BA ou PLA em 5 semanas do GBA e o GPLA. Os valores de lactato considerados em cada teste, foram os valores basais e o maior valor encontrado após a realização dos 4 tiros de 100 metros. O tempo foi contabilizado por cronometragem digital da marca Technos (precisão de um centésimo de segundo) nos indivíduos que foram submetidos a um teste de natação em nado estilo livre em piscina

semiolímpica de 25 metros (4 ataques de 25 metros).

Análise estatística

Todos os dados coletados foram transferidos para uma planilha do programa Microsoft Office Excel® 2010. Posterior as análises foram realizadas utilizando o programa *Graph Pad Prism 6*, no qual, os voluntários foram submetidos ao teste T de *Student* com o intervalo de confiança em 95% e a significância estabelecida em $p < 0,05$.

RESULTADOS

O atual estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de beta-alanina durante cinco semanas, contou com a participação de nove (9) atletas de natação com faixa etária entre quatorze e vinte e dois anos, de ambos os gêneros e fisicamente ativos, os quais foram divididos randomicamente em grupos que receberiam capsulas de suplementos de beta-alanina ou placebo, conforme descrito na **tabela 1**.

Tabela 1: Característica dos nadadores incluídos na análise final dos dados.

Grupo	Estatura (m)	Peso (Kg)	Idade (anos)
GPLA (n=4)	1,69 ± 0,06	59,48 ± 13,80	16,50 ± 1,73
GBA (n=5)	1,71 ± 0,05	68,50 ± 12,02	18,00 ± 4,53

Legendas: média ± desvio padrão; m: metros; Kg: quilos;

Ao final do estudo, observamos que não houve alteração no consumo alimentar dos atletas na fase pré ou pós suplementação, bem como entre os grupos GPLA e GBA (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2: Avaliação do consumo de macronutrientes e calórico dos nadadores incluídos na análise final dos dados.

Variáveis	Grupo	Pré	Pós	P value
VET (Kcal)	GPLA	2.342,00 ± 167,9	2.269,00 ± 310,6	0,8425
	GBA	3.401,30 ± 419,4	2.968,00 ± 374,0	0,4625
CHO (g)	GPLA	324,6 ± 37,16	313,0 ± 43,59	0,8463
	GBA	496,1 ± 68,78	331,9 ± 77,45	0,1516
PTN (g)	GPLA	101,7 ± 19,95	105,8 ± 20,00	0,8891
	GBA	110,4 ± 12,57	98,87 ± 14,77	0,5702
LIP (g)	GPLA	70,79 ± 11,80	65,96 ± 22,69	0,8564
	GBA	108,4 ± 11,75	87,01 ± 14,88	0,2924

Legendas: média ± desvio padrão; pré: antes da intervenção; pós: depois da intervenção; p: significância; GPLA: grupo placebo; GBA: grupo beta-alanina; VET: valor energético total; CHO: carboidrato; PTN: proteína; LIP: lipídios; g: gramas.

Tabela 3: Dados antropométricos antes e após suplementação do grupo beta-alanina (GBA) e grupo placebo (GPLA).

Variáveis	GPLA (n=4)	GBA (n=5)
IMC - PRÉ (Kg/m ²)	20,68 ± 3,64	23,48 ± 3,50
IMC - PÓS (Kg/m ²)	20,56 ± 3,68	23,97 ± 3,28
∑ 4 DC - PRÉ (mM)	51,08 ± 8,62	55,60 ± 22,99
∑ 4 DC - PÓS (mM)	41,40 ± 8,59	49,70 ± 20,51
MMIS - PRÉ (Kg)	45,68 ± 11,74	54,11 ± 6,21
MMIS - PÓS (Kg)	47,36 ± 11,81	56,23 ± 5,55
MG - PRÉ (Kg)	13,72 ± 2,55	14,39 ± 5,98
MG - PÓS (Kg)	11,99 ± 2,57	13,63 ± 5,77

Legendas: mM: milímetros; MMIS: massa muscular isenta de gordura; MG: massa gorda; %: percentual; ∑: somatório; DC: dobras cutâneas; Kg: quilogramas; m: metros.

No gráfico 1, nas figuras 1 e 2 estão representados os três testes e avaliações dos níveis de lactato

no grupo GBA, antes e após a suplementação com beta-alanina, respectivamente. Assim como nas figuras 3 e 4 com o grupo GPLA. A tabela 4, representa os valores de lactato nos períodos dos testes basal, T1, T2 e T3, nas fases pré e pós a intervenção com a beta alanina e as comparações e diferenças estatísticas entre os grupos GPLA e GBA.

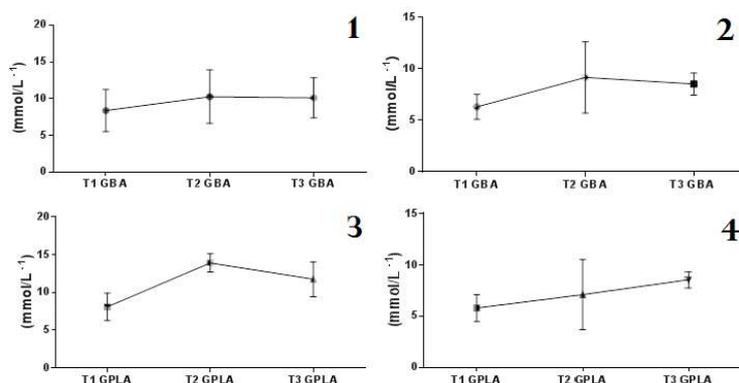


Gráfico 1: Figuras 1 e 2 representam as concentrações de lactato após os testes 1, 2 e 3 do grupo beta-alanina (GBA) e as figuras 3 e 4 representam as concentrações de lactato após os testes do grupo placebo (GPLA). **Legendas:** Figuras 1 e 3 representam as concentrações de lactato antes da intervenção e as figuras 2 e 4 após intervenção; T: teste; mmol = milimol; L: litro.

Não houve alteração na performance após a 05 semanas do uso de suplementação de beta-alanina, representado pela média de tempo final (**Gráfico 2**).

Tabela 4: Concentração de lactato basal, teste 1, 2, 3 antes e após intervenção do grupo beta-alanina (GBA) e grupo placebo (GPLA).

	B - pré	B - pós	T1 - pré	T1 - pós	T2 - pré	T2 - pós	T3 - pré	T3 - pós
GPLA								
Lactato (mmol/L)	3,0 ± 0,55	2,78 ± 0,65	8,08 ± 0,92	5,78 ± 0,65*	13,90 ± 0,61*,#	7,10 ± 1,72*	11,73 ± 1,15	8,53 ± 0,39*
GBA								
Lactato (mmol/L)	3,00 ± 0,45	3,38 ± 0,50	8,38 ± 1,28	6,32 ± 0,54	10,26 ± 1,63	9,18 ± 1,55	10,10 ± 1,23	8,54 ± 0,48

Legendas: *Diferença significativa ($p < 0,05$) entre pré vs pós no mesmo grupo, #Diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos GBA vs GPLA, Dados apresentados em Média ± Desvio Padrão; T: teste; B: basal; GBA: grupo beta-alanina; GPLA: grupo placebo; mmol = milimol; L: litro.

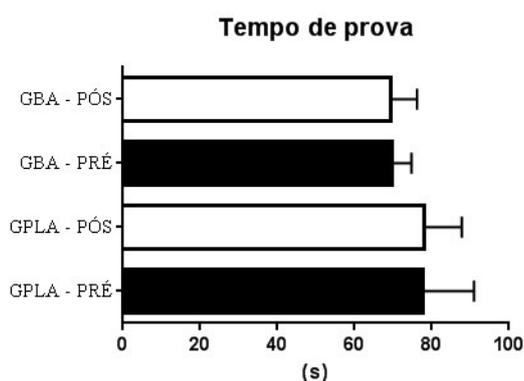


Gráfico 2: Média do tempo final de prova antes e após suplementação do grupo beta-alanina (GBA) e grupo placebo (GPLA). **Legendas:** GPLA ($77,57 \pm 6,71$ vs. $77,90 \pm 4,95$ s, $p = 0,9702$); GBA ($69,62 \pm 2,29$ vs. $69,51 \pm 2,98$ s, $p = 0,9778$). Tempos registrados em segundos (s).

Posterior às comparações dos níveis antes da intervenção e após intervenção de BA ou PLA em cinco semanas foi analisado se houve alterações significativas de ambos os grupos comparado às linhas de base que estão representados na tabela 5.

Tabela 5: Média dos biomarcadores de função hepática e renal grupo do grupo beta-alanina (GBA) e grupo placebo (GPLA) após 5 semanas de intervenção.

Grupo	Marcador	Pré	Pós	P value	Valor mínimo de referência	Valor máximo de referência
GPLA	Ureia (mg/dL)	26,69 ± 2,72	20,75 ± 1,70	0,1142	10	45
	Creatinina (mg/dL)	0,87 ± 0,09	0,83 ± 0,05	0,7073	0,5	1,2
	TGO (UI/L)	21,97 ± 1,85	22,75 ± 1,93	0,7797	-	até 38 (H) e 32 (M)
	TGP (UI/L)	13,32 ± 0,74	17,00 ± 2,68	0,2329	-	até 41 (H) e 31 (M)
GBA	Ureia (mg/dL)	25,04 ± 3,15	25,60 ± 2,36	0,89	10	45
	Creatinina (mg/dL)	0,99 ± 0,08	0,91 ± 0,03	0,3637	0,5	1,2
	TGO (UI/L)	24,04 ± 2,43	34,20 ± 5,48	0,1283	-	até 38 (H) e 32 (M)
	TGP (UI/L)	20,22 ± 5,45	25,00 ± 4,83	0,5304	-	até 41 (H) e 31 (M)

Legendas: TGO: transaminase glutâmico-oxalacética; TGP: transaminase glutâmico-pirúvica; mg: miligramas; dL: decilitro; UI: unidade internacional; L: litro; GBA: grupo beta-alanina; GPLA: grupo placebo; H: homens; M: mulheres.

Os marcadores analisados no estudo não apresentaram resultados fora dos valores de referência para ureia (GPLA: 26,69 vs. 20,75; GBA: 25,04 vs. 25,60 mg/dL), TGO (GPLA: 21,97 vs. 22,75; GBA: 24,04 vs. 34,20 UI/L), TGP (GPLA: 13,32 vs. 17; GBA: 20,22 vs. 25 UI/L) e creatinina sérica (GPLA: 0,87 vs. 0,83; GBA: 0,99 vs. 0,91 mg/dL) comparando as linhas de base (PRÉ) sobre 5 semanas de intervenção (PÓS), respectivamente ($p > 0,05$).

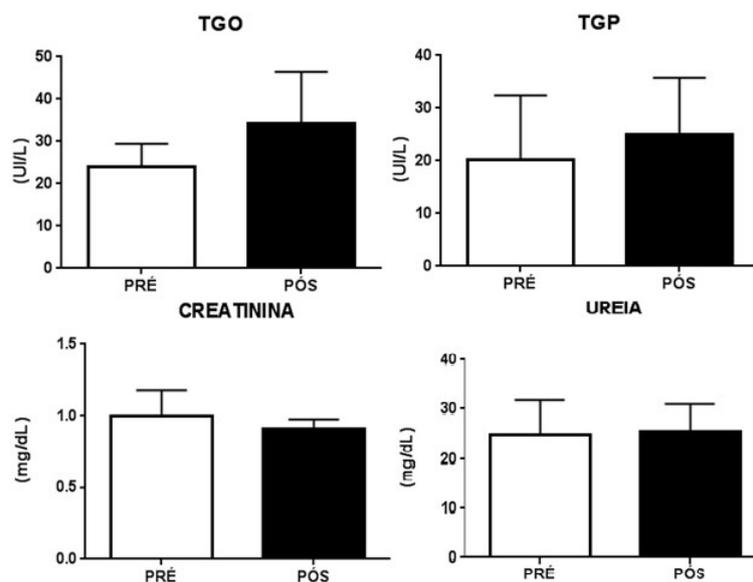


Gráfico 3: Análise pré vs. pós-intervenção da média de biomarcadores de função hepática e renal do grupo beta-alanina (GBA). **Legendas:** TGO: transaminase glutâmico-oxalacética; TGP: transaminase glutâmico-pirúvica; mg: miligramas; dL: decilitro; UI: unidade internacional; L: litro; GBA: grupo beta-alanina.

DISCUSSÃO

Na natação competitiva, em especial nas provas de 50 e 100 metros, a contribuição anaeróbica pode se aproximar dos 80% (HOLMER, 1983). Ainda assim, mesmo com valores distintos apresentados por outros autores, sabe-se que em provas de 100 metros o metabolismo anaeróbico prevalece em comparação ao aeróbico (TROUP, 1984; OGITA, 2006). A predominância do metabolismo anaeróbico promove o acúmulo de ácido láctico (AL) nos fluidos corporais e no músculo, o que acaba tornando uma das maiores limitações devido à acidificação provocada. Tal situação está relacionada com o mau funcionamento da maquinaria contrátil (BERTUZZI et al., 2009), seja ela em modelos *in vitro* (DONALDSON et al., 1978; FABIATO et al., 1978) ou *in vivo* (BRIEN et al., 1989), uma vez que foi identificado que ocorrerá uma competição dos íons H^+ com os íons cálcio (Ca^{2+}) pelo sítio de ligação da troponina, provocando inibição da ressíntese de fosforilcreatina e de

enzimas da via glicolítica (PAINELLI, 2013) o que no geral pode prejudicar o rendimento sobre o exercício físico.

O que parece ser consenso entre os pesquisadores da área esportiva é que, no processo normal da formação do AL após sua dissociação em La^- e íons H^+ pode ocorrer redução do pH, porém, essa redução não se dá pelo AL e sim pelo excesso de íons H^+ com subsequente inibição da liberação de Ca^{2+} , inibição do motoneurônio e inibição da enzima fosfofrutoquinase (PFK) que está associada a glicogenólise e à glicólise, onde no geral esse processo metabólico é denominado de acidose láctica (BERTUZZI et al., 2009), o que acaba reduzindo os processos contráteis no exercício (ALLEN, 2004) e de geração de energia (DANAHER et al., 2014) corroborando dessa forma com a afirmativa de que a fadiga pode ser resultado da acidose láctica, porém pelo excesso de íons H^+ que não são tamponados com eficiência, e não pelo aumento das $[\text{AL}]$ ou $[\text{La}^-]$.

Estudos já relacionam o aumento do dipeptídeo carnosina com a intervenção de βA (DERAVE et al., 2007; KENDRICK et al., 2008; BAGUET et al., 2010), como visto no estudo de Hill et al. (2007) em que o aumento de 80 % nas concentrações de carnosina e redução do tempo de exaustão ($\downarrow 16,2\%$) após 10 semanas em voluntários do sexo masculino suplementados com βA (6 g/dia). Isso pode refletir em um melhor desempenho do exercício pela neutralização de íons H^+ pelo sistema tampão da carnosina após ingestão da βA como o estudo que notou o aumento de carnosina e a redução da acidose sanguínea ($\downarrow 19\%$) do grupo que suplementou βA (4,8 g/dia) em comparação ao grupo placebo durante 4 semanas (BAGUET et al., 2010a) e em 7 semanas de βA (5 g/dia) mais uma vez foi associado um aumento da concentração de carnosina com maior desempenho em relação a redução do tempo final do grupo βA (BAGUET et al., 2010b). É importante também associar o posicionamento da *International Society of Sports Nutrition* (ISSN) que mostrou diante dos estudos disponíveis até o momento a fase de carga de βA em aproximadamente 4 semanas é primordial para aumentar as concentrações de carnosina (TREXLER et al., 2015).

Apesar do consumo final total após 05 semanas de beta-alanina do nosso estudo for semelhante ao mencionado na literatura, não foi observado diferenças estatísticas entre os grupos GBA e GPLA nos períodos pré e pós com o uso da suplementação. Observamos apenas uma diferença estatística no período pré e pós dentro do próprio grupo placebo e por tanto, uma das limitações do nosso estudo foi a de não mensurar as concentrações de carnosina e traçar correlações sobre variáveis com o tempo de prova e as concentrações de lactato.

A única meta-análise até o momento que reuniu a associação da βA no exercício de Hobson et al. (2012) mostrou que dentre os quinze estudos elegíveis os exercícios mais favorecidos foram os com duração entre 60-240 s ($p = 0,001$), todavia, os pesquisadores não conseguiram encontrar diferença estatística sobre exercícios < 60 s. Isto corrobora que o tempo de teste aplicado nos nadadores do nosso estudo (PRÉ: $73,15 \pm 9,91$ s; PÓS: $73,24 \pm 8,86$ s) poderia sofrer alterações positivas com a intervenção de βA sobre o grupo controle, uma vez que é improvável que a principal causa de fadiga em exercícios < 60 s seja pela acumulação de íons H^+ , como visto no estudo de Bogdanis et al. (1998) onde um Sprint antes de um teste máximo de ciclismo não conseguiu mostrar alteração do desempenho sobre os voluntários.

Os resultados dessa meta-análise mostraram um acréscimo em relação ao tempo de exaustão

(↑12,1 %) e maior rendimento do desempenho esportivo do grupo que suplementou βA sobre o placebo (↑2,85 %), porém, ao analisar o tamanho do efeito somente a capacidade do exercício apresentou diferença significativa ($p = 0,013$) e não o desempenho dos exercícios/testes dos estudos analisados. É importante notar que no estudo de Stout et al. (2006) houve melhora sobre a capacidade de trabalho físico no limiar de fadiga (PWC_{FT}) assim como o de Stout et al. (2007), que além de analisar a PWC_{FT} encontraram melhoras sobre o limiar ventilatório e tempo de exaustão dos grupos βA sobre o PLA, respectivamente. Ambos encontraram diferenças significativas, contudo é importante salientar que testes incrementais como o cicloergômetro aplicado nos protocolos de testes não simulariam uma situação real de prova.

Sobre o desempenho em testes esporte-específicos de natação ainda é precoce afirmar se há ou não reais melhorias com a intervenção de βA na literatura científica, como o estudo que selecionou homens jovens treinados em natação ($n = 30$) utilizando beta alanina por 10 semanas (4,8 g/dia por 4 semanas e 3,2 g/dia nas 6 semanas seguintes) onde não foi visto alteração significativa no índice de competição dos nadadores treinados nas provas de 50, 100, 200 e 400 metros do grupo βA comparado ao PLA na semana 4 (- 1,3 % vs. 1,0 %) e 10 de intervenção do estudo (0,2 % vs. 1,5 %) (CHUNG et al., 2012). Contudo, um estudo que utilizou βA por 5 semanas (3,2 g/dia por 1 semana e 4,8 g/dia durante 4 semanas) foi analisado pelos pesquisadores se haveriam benefícios em nadadores sobre o tempo de provas de 100 e 200 metros estilo livre. Houve uma melhora significativa no desempenho de prova dos 200 metros do grupo βA em relação ao PLA ($p = 0,002$) e sobre o teste de 100 metros ($p = 0,07$) (PAINELLI et al., 2013) mostrando que a suplementação de βA poderia beneficiar nadadores em provas curtas.

Os resultados do nosso estudo mostraram uma tendência sobre a melhora do desempenho dos nadadores, contudo, devido à limitação da amostra do estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas sobre as variáveis analisadas. A média de tempo final encontrada no GBA (69,62 s vs. 69,51 s) comparada do GPLA (77,56 s vs. 77,89 s) mostrou uma redução do tempo final, contudo sem diferenças significativas e tampouco entre o início do protocolo e após o uso de beta-alanina.

CONCLUSÕES

Apesar de alguns estudos na literatura demonstrar o papel da suplementação de beta-alanina na redução de lactato e sua possível melhora na *performance* dos atletas de alto rendimento, em nosso estudo não foi possível observar alteração a curto prazo sobre o uso dessa suplementação sobre a composição corporal, exames bioquímicos e redução no tempo final de prova dos nadadores e mais estudos a longo prazo e com diferentes dosagens devem ser estimulados para avaliar os efeitos da suplementação de beta-alanina.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa que auxiliou no financiamento dos suplementos, tiras de lactato e exames laboratoriais a fim de que o estudo fosse concluído; ao Colégio Santa Úrsula pela disponibilidade de uso da piscina semiolímpica e aos atletas pela disponibilidade em participar do estudo.

REFERÊNCIAS

- ABE, H.. Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. **Biochemistry**, v.65, n.7, p.757-765, 2000.
- ALLEN, D. G.. Skeletal muscle function: role of ionic changes in fatigue, damage and disease. **Clinical and experimental pharmacology and physiology**, v.31, n.8, p.485-493, 2004. DOI: <http://doi.org/1111/j.1440-1681.2004.04032.x>
- BAGUET, A.; BOURGOIS, J.; VANHEE, L.; ACHTEN, E.; DERAIVE, W.. Important role of muscle carnosine in rowing performance. **Journal of Applied Physiology**, v.109, n.4, p.1096-1101, 2010b. DOI: <http://doi.org/1152/jappphysiol.00141.2010>
- BAGUET, A.; KOPPO, K.; POTTIER, A.; DERAIVE, W.. β -Alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.108, n.3, p.495-503, 2010a. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00421-009-1225-0>
- BERTUZZI, R. C. M.; SILVA, A. E. L.; ABAD, C. C. C.; PIRES F. O.. Metabolismo do lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum**, v.11, n.2, p.226-234, 2009.
- BOGDANIS, G. C.; NEVILL, M. E.; LAKOMY, H. K. A.; BOOBIS L. H.. Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal sprint exercise in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.163, n.3, p.261-272, 1998. DOI: <http://doi.org/1046/j.1365-201x.1998.00378.x>
- BOLDYREV, A. A.; ALDINI, G.; DERAIVE, W.. Physiology and pathophysiology of carnosine. **Physiological Reviews**, v.93, n.4, p.1803-1845, 2013. DOI: <http://doi.org/1152/physrev.00039.2012>
- BRIEN, D. M.; MCKENZIE, D. C.. The effect of induced alkalosis and acidosis on plasma lactate and work output in elite oarsmen. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.58, n.8, p.797-802, 1989. DOI: <http://doi.org/1007/BF02332209>
- CHUNG, W.; SHAW, G.; ANDERSON, M. E.; PYNE, D. B.; SAUNDERS, P. U.; BISHOP, D. J.; BURKE, L. M.. Effect of 10 week beta-alanine supplementation on competition and training performance in elite swimmers. **Nutrients**, v.4, n.10, p.1441-1453, 2012. DOI: <http://doi.org/3390/nu4101441>
- 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, 2014.
- DEL 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.; PINTO, A. L. S.; LANCHÁ JUNIOR, A. H.; GUALANO, B.. Beta-alanine (Carnosyn™) supplementation in elderly subjects (60–80 years): Effects on muscle carnosine content and physical capacity. **Amino Acids**, v.43, n.1, p.49-56, 2012. DOI: <http://doi.org/1007/s00726-011-1190-x>
- DERAIVE, 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. **J. Appl Physiol**, v.103, n.5, p.1736-1743, 2007. DOI: <http://doi.org/1152/jappphysiol.00397.2007>
- DONALDSON, S. K. B.; HERMANSEN, L.; BOLLES, L.. Differential, direct effects of H⁺ on Ca²⁺-activated force of skinned fibers from the soleus, cardiac and adductor magnus muscles of rabbits. **Pflügers Archiv.**, v.376, n.1, p.55-65, 1978. DOI: <http://doi.org/1007/BF00585248>
- DURNIN, J. V. G. A.; WOMERSLEY, J.. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.1, p.77-97, 1974. DOI: <http://doi.org/1079/bjn19740060>
- FABIATO, A.; FABIATO, F.. Effects of pH on the myofilaments and the sarcoplasmic reticulum of skinned cells from cardiac and skeletal muscles. **The Journal of Physiology**, v.276, p.233-255, 1978. DOI: <http://doi.org/1113/jphysiol.1978.sp012231>
- 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**, v.32, n.2, p.225-233, 2007. DOI: <http://doi.org/1007/s00726-006-0364-4>
- HOBSON, R. M.; SAUNDERS, B.; BALL, G.; HARRIS, R. C.; SALE, C.. Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. **Amino Acids**, v.43, n.1, p.25-37, 2012. DOI: <http://doi.org/1007/s00726-011-1200-z>
- HOLMER, I.. Energetics and mechanical work in swimming. **Biomechanics and Medicine in Swimming**, v.14, p.154-164, 1983.
- KENDRICK, 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 β -alanine supplementation on whole body strength, force production, muscular endurance and body composition. **Amino Acids**, v.34, n.4, p.547-554, 2008. DOI: <http://doi.org/1007/s00726-007-0008-3>
- OGITA, F.. Energetics in competitive swimming and its application for training. **Rev. Port. Cien. Desp.**, v.6, p.117-121, 2006.
- PAINELLI, V. S.. **Influência do estado de treinamento sobre o desempenho físico em resposta à suplementação de beta-alanina**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- PAINELLI V. S.; ROSCHEL, H.; JESUS, F.; SALE, C.; HARRIS, R. C.; SOLIS, M. Y.; BENATTI, F. B.; GUALANO, B.; LANCHÁ JUNIOR, A. H.; ARTIOLI, G. G.. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v.38, n.5, p.525-532, 2013. DOI:

<http://doi.org/1139/apnm-2012-0286>

SIRI, W. E.. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Techniques for Measuring Body Composition**, v.61, p.223-244, 1961.

STEGEN, S.; BEX, T.; VERVAET, C.; VANHEE, L.; ACHTEN, E.; DERAVE, W.. β -Alanine dose for maintaining moderately elevated muscle carnosine levels. **Medicine and Science Sports Exercise**, v.46, n.7, p.1426-1432, 2014. DOI: <http://doi.org/1249/MSS.0000000000000248>

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. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v.20, n.4, p.928-931, 2006. DOI: <http://doi.org/1519/R-19655.1>

STOUT, J. R.; CRAMER, J. T.; ZOELLER, R. F.; TOROK, D.; COSTA, P.; HOFFMAN, J. R.; HARRIS, R. C.; O'KROV, 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, 2007. DOI: <http://doi.org/1007/s00726-006-0474-z>

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. **The Japanese Journal of Physiology**, v.52, n.2, p.199-205, 2002. DOI: <http://doi.org/2170/jjphysiol.52.199>

TREXLER, E. T.; SMITH-RYAN, A. E.; STOUT, J. R.; HOFFMAN, J. R.; WILBORN, C. D.; SALE, C.; KREIDER, R. B.; JÄGER, R.; EARNEST, C. P.; BANNOCK, L.; CAMPBELL, B.; KALMAN, D.; ZIEGENFUSS, T. N.; ANTONIO, J.. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.12, n.1, p.1-14, 2015. DOI: <http://doi.org/1186/s12970-015-0090-y>

TROUP, J. P.. Review: energy systems and training considerations. **Journal of Swimming Research**, v.1, n.1, p.13-16, 1984.

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**, v.33, n.3, p.505-510, 2007. DOI: <http://doi.org/1007/s00726-006-0399-6>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561158089176824938497/>