

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
MOVIMENTO HUMANO**

Efeito crônico da suplementação de beta-alanina no desempenho neuromuscular e morfologia muscular após 8 semanas em sujeitos treinados

Júlio Benvenuto Bueno de
Camargo

2018

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JÚLIO BENVENUTTI BUENO DE CAMARGO

Efeito crônico da suplementação de beta-alanina no desempenho neuromuscular e morfologia muscular após 8 semanas em sujeitos treinados

Dissertação apresentada a Banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Metodista de Piracicaba, para obtenção do Título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes

PIRACICABA
2018

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Marjory Harumi Barbosa Hito - CRB-8/9128.

C172e Camargo, Julio Benvenuti Bueno de
Efeito crônico da suplementação de beta-alanina no desempenho neuromuscular e morfologia muscular após oito semanas em sujeitos treinados / Julio Benvenuti Bueno de Camargo. – 2018.
87 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes
Dissertação (Mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Ciências do Movimento Humano, Piracicaba, 2018.

1. Treinamento de Força. 2. Treinamento Físico. I. Lopes, Charles Ricardo. II. Título.

CDU – 79

RESUMO

A acidose induzida pela alta taxa de hidrólise do ATP tem sido apontada como a principal causadora da fadiga em atividades de alta intensidade. Nesse sentido, a suplementação de beta-alanina tem se mostrado uma estratégia eficaz no controle desse quadro, através da promoção do aumento dos estoques intramusculares de carnosina. O objetivo do presente estudo foi verificar cronicamente os efeitos da suplementação de beta alanina no desempenho neuromuscular e morfologia muscular de homens treinados em força, após oito semanas. A amostra foi composta por 20 homens hígidos (idade: 27.4 ± 5.3 anos; estatura: 1.78 ± 0.1 cm; massa corporal: 83.4 ± 9.7 kg; experiência com treinamento de força: 5.9 ± 3.9 anos). Os sujeitos foram pareados de acordo com os níveis de força máxima basal e então distribuídos de maneira aleatória em um dos dois grupos experimentais: Grupo Beta-alanina (BA) (6,4g/dia de beta-alanina); ou Grupo Placebo (PLA) (6,4g/dia de maltodextrina). A intervenção teve duração de 8 semanas, nas quais os sujeitos realizaram quatro sessões semanais de treinamento de força. Foram realizadas pré e pós-intervenção as seguintes avaliações: teste de uma repetição máxima (1RM) e teste de 60% de 1RM (60%1RM) nos exercícios supino reto e meio-agachamento, análise da espessura muscular dos músculos flexores do cotovelo (EM_{FC}), tríceps braquial (EM_{TB}) e vasto lateral (EM_{VL}) através da ultrassonografia. Foi analisado o comportamento da carga total levantada (CTL) e da carga interna de treinamento (CIT). Ambos os grupos apresentaram incrementos significantes nos testes de 1RM no supino reto (BA $p=0,001$; PLA $p<0,001$) e meio-agachamento (BA $p=0,003$; PLA $p=0,002$). Ambos os grupos apresentaram incrementos no teste de 60%1RM no supino reto (BA $p=0,035$; PLA $p=0,007$) e meio-agachamento (BA $p=0,036$; PLA $p=0,008$). Em relação a espessura muscular, o grupo BA apresentou incrementos significantes apenas na EM_{VL} ($p=0,03$), enquanto o grupo PLA apresentou aumentos significantes na EM_{VL} ($p=0,01$), EM_{TB} ($p=0,011$), EM_{FC} ($p=0,003$). Não foram observadas diferenças significantes entre grupos em nenhuma das variáveis de força, espessura e carga de treinamento. A suplementação de beta-alanina, por 8 semanas, mostrou não exercer efeitos no desempenho neuromuscular e na espessura muscular de homens treinados em força.

Palavras-chave: treinamento de força; carnosina; beta-alanina; espessura muscular.

ABSTRACT

High ATP hydrolysis rates induced – acidosis has been pointed as the main fatigue cause in high intensity activities. In this context, beta- alanine supplementation has shown to be an efficient strategy in the management of such event, through the increment of intramuscular carnosine content. The aim of the present study was to analyze beta-alanine supplementation effects on neuromuscular performance e muscle thickness of strength-trained men, for eight weeks. Sample was composed by 20 healthy men (age: $27,4\pm 5,3$ years; height: $1,78\pm 0,1$ cm; body mass: $83,4\pm 9,7$ kg; training experience: $5,9\pm 3,9$ years). According to baseline maximal strength values, subjects were allocated in one of the following experimental groups: Beta-alanine (BA) (6,4g/day of beta-alanine) or Placebo (PLA) (6.4g/day of maltodextrin). The intervention period lasted eight weeks, in wich subjects were submitted to four resistance sessions per week. The following assessments were performed in the pre and post intervention periods: one maximum repetition (1RM) and 60%1RM tests in bench press and half-squat exercises; muscle thickness evaluation of elbow flexor (EM_{FC}), triceps brachialis (EM_{TB}), and *vastus lateralis* (EM_{VL}) muscles through ultrasonography. Total load lifted (CTL) and Internal training load (CIT) outcomes were evaluated. Both groups showed significant increases in bench press (BA $p=0,001$; PLA $p<0,001$) and half-squat (BA $p=0,003$; PLA $p=0,002$) 1RM tests. Both groups showed significant increases in bench press (BA $p=0,035$; PLA $p=0,007$) and half-squat (BA $p=0,036$; PLA $p=0,008$) 60%1RM tests. About muscle thickness, BA group showed significant increases only for EM_{VL} ($p=0,03$), while PA group showed significant increases in EM_{VL} ($p=001$), EM_{TB} ($p=0,011$), EM_{FC} ($p=0,003$). No significant between-groups differences were found in any strength, thickness or load outcomes. Eight weeks beta-alanine supplementation has shown no effects on neuromuscular performance and muscle thickness of strength- trained men.

Key-words: strength training; carnosine; beta-alanine; muscle thickness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema dos pontos de regulação da entrega de beta-alanina ao músculo e posterior síntese de carnosina.....	14
Figura 2 Fluxograma do desenho experimental.....	29
Figura 3 Supino reto (a) posição inicial e (b) posição final.....	37
Figura 4 Meio-agachamento (a) posição inicial e (b) posição final.....	38
Figura 5. Marcações do segmento braço. (a) 60% do comprimento; (b) região de análise dos flexores do cotovelo; (c) região de análise do tríceps braquial.....	39
Figura 6. Marcações no segmento coxa. (a) 50% do comprimento; (b) região de análise do vasto lateral.....	40
Figura 7. Imagem do músculo bíceps braquial (a) interface tecido adiposo/músculo; (b) interface músculo/osso; (c) espessura muscular.....	41
Figura 8. Imagem da espessura do músculo tríceps braquial.....	41
Figura 9. Média e desvio padrão da Carga Total Levantada em cada semana...52	52
Figura 10. Média e desvio padrão da soma da carga total levantada durante o período de intervenção (semanas 1 a 8).....	52
Figura 11. Média e desvio padrão da CIT em cada semana.....	54
Figura 12. Média e desvio padrão da soma da carga interna de treino durante o período de intervenção (semanas 1 a 8).....	55
Figura 13. Inferências baseadas no tamanho do efeito entre grupos.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS

TF – Treinamento de força

CTL – Carga Total Levantada

ACSM – *American College of Sports Medicine*

RM – Repetição máxima

RMs – repetições máximas

BA – grupo beta-alanina

PLA – grupo placebo

1RM – Teste de uma repetição máxima

1RM_{SUP} – Teste de uma repetição máxima no exercício supino reto

1RM_{AGACH} – Teste de uma repetição máxima no exercício meio-agachamento

1RM_{rsup} – Uma repetição máxima no exercício supino reto relativizada pela massa corporal total

1RM_{r_{aga}} – Uma repetição máxima no exercício meio-agachamento relativizada pela massa corporal total

60%1RM – Teste de 60% de uma repetição máxima

60%1RM_{SUP} – teste de 60% de uma repetição máxima no exercício supino reto

60%1RM_{AGACH} – teste de 60% de uma repetição máxima no exercício meio-agachamento

EM_{FC} – espessura dos músculos flexores do cotovelo

EM_{TB} – espessura do músculo tríceps braquial

EM_{VL} – espessura do músculo vasto lateral

IC – Intervalo de confiança

PAR-Q – *Physical Activity Readiness Questionnaire*

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

RIR – *Repetitions in Reserve*

PSE – Percepção subjetiva de esforço

bpm – batidas por minuto

NSCA – *National Strength and Conditioning Association*

rpm – rotações por minuto

CCI – Coeficiente de correlação intraclasse

CV – Coeficiente de variação

ETM – Erro típico da medida

DP – Desvio padrão

ANOVA – Análise de variância

LISTA DE SÍMBOLOS

Kcal – quilocalorias

kg – quilogramas

g – gramas

g/kg – gramas por quilograma de massa corporal

% - Percentual

cm – centímetros

h – horas

d – tamanho do efeito

w – Watts

mm – milímetros

u.a. – unidades arbitrárias

p – Significância

$\Delta\%$ - Delta percentual

kgf – quilograma força

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Beta-alanina: metabolismo e cinética plasmática.	17
2.2 Efeitos da suplementação de beta-alanina na força muscular	18
2.3 Efeitos da suplementação de beta-alanina no volume de treino	20
2.4 Efeitos da suplementação de beta-alanina na composição corporal e adaptações morfológicas	21
3. OBJETIVOS	24
3.1 Objetivo Geral	24
3.2 Objetivos Específicos	24
4. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	25
5. HIPÓTESE	25
6. MATERIAIS E MÉTODOS	26
6.1 Sujeitos	26
6.2 Critérios de Inclusão	27
6.4 Recrutamento e Adesão ao Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)	28
6.5 Procedimentos	28
6.5.1 Protocolo de suplementação e treinamento de força	30
6.5.2 Inquérito Nutricional	33
6.5.3 Monitoramento da Carga total Levantada (CTL)	34
6.5.4 Monitoramento da Carga Interna de Treinamento (CIT)	34
6.6 DESCRIÇÃO DAS AVALIAÇÕES	35
6.6.1 Teste de uma repetição máxima (1RM)	35
6.6.2 Teste com 60% de 1RM	37

6.6.3 Avaliação da espessura muscular	39
7 RESULTADOS	45
7.1 Valores basais	45
7.2 Inquérito nutricional	46
7.3 Desempenho neuromuscular	47
7.3.1 Força máxima	47
7.3.2 Resistência de força	48
7.4 Espessura muscular	49
7.4.1 Espessura muscular dos flexores do cotovelo	49
7.4.2 Espessura do músculo tríceps braquial	50
7.4.3 Espessura do músculo vasto lateral	50
7.5 Carga total levantada	51
7.6 Carga interna de treino (CIT)	54
8 DISCUSSÃO	57
9 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	68
10 CONCLUSÕES	69
11.REFERÊNCIAS	71
APÊNDICES	83

1. INTRODUÇÃO

A força muscular é um importante componente da aptidão física (Fleck e Kraemer, 2006). Sendo assim, a prática do treinamento de força (TF) vem sendo substancialmente adotada por indivíduos a fim de promover adaptações positivas, dentre as principais, aumentos na força e volume muscular (Kraemer e Ratamess, 2004).

Exercícios de moderada a alta intensidade, e de curta duração, por meio do TF, requerem grande participação dos sistemas anaeróbios de fornecimento de energia (Sale et al., 2010). Primariamente, a contração muscular pode ser sustentada pelo próprio estoque de adenosina-trifosfato (ATP) intramuscular e através da via anaeróbia aláctica, tendo como principal substrato energético a molécula de fosfocreatina (PCr). Em atividades que superam 10-15 segundos, ainda sob alta intensidade, a glicólise anaeróbia torna-se a via predominante de ressíntese de ATP, tendo como principal substrato energético a molécula de glicose e o próprio glicogênio muscular (Allen, Labm e Westerblad, 2008; FittS,1994; Hultman e Sahlin, 2008;). Quanto maior a intensidade de atividades de natureza glicolítica, maior a taxa de hidrólise de ATP e, conseqüentemente, maior a liberação de íons H^+ . Tal quadro leva a distúrbios no pH intramuscular e conseqüente instauração de acidose metabólica.

Os fatores acima citados parecem influenciar significativamente a instauração da fadiga em atividades de alta intensidade, como o treinamento de força, ao trazerem prejuízos no mecanismo contrátil (Artiulli et al., 2010; Dutka et al.,2012; Sahlin, 1992), ou na atividade ótima de enzimas envolvidas na via energética glicolítica (Edge, Bishop e Goodman, 2006). Além da queda do pH

induzido pelo aumento da acidose intracelular, a fadiga pode estar relacionada a fatores neurais e energéticos. A hipótese da fadiga central dita que tal quadro é instaurado devido a mudanças na concentração de neurotransmissores induzidas pelo exercício, levando a redução ou interrupção das frequências de disparos de potenciais de ação e conseqüente redução da produção de força pelo músculo (Edge et al.,2006). Quanto à hipótese energética, a redução do conteúdo de glicogênio muscular parece exercer importante influência no desempenho muscular em atividades de alta intensidade e com caráter glicolítico, visto que há alta demanda energética anaeróbia e utilização do mesmo como substrato (Allen, Labm e Westerblad, 2008; Fitts,1994; Hultman e Sahlin, 2008). Logo, num protocolo de exercícios de força de múltiplas séries, a disponibilidade prévia do glicogênio muscular pode atuar de maneira importante no contexto de surgimento da fadiga.

Edge et al. (2006) descrevem que o TF dinâmico e isométrico pode ocasionar redução no pH para valores próximos a 6,8. Portanto, com o intuito de manter/promover níveis ótimos de desempenho em exercícios de alta intensidade e de elevado caráter glicolítico, o controle da acidose intramuscular torna-se extremamente relevante (Fitts, 1994).

Os mamíferos possuem mecanismos altamente especializados na manutenção e controle do pH intra e extracelular, sendo definidos como sistema tampão. Dentre os sistemas de tamponamento extracelular destacam-se o bicarbonato e a hemoglobina, sendo o primeiro o de maior relevância (Sahlin, 1992). No meio intracelular destacam-se como os melhores tampões as mitocôndrias, fosfatos inorgânicos, mioglobina, bicarbonato, lactato e especialmente a carnosina (beta-alanil-L-histidina) .

A carnosina é um dipeptídeo intracelular localizado no citoplasma, especialmente de células do músculo esquelético, onde ocorre sua síntese, a partir dos aminoácidos L-histidina e beta-alanina, reação essa catalisada pela enzima carnosina sintase (Décombaz et al., 2012). Dados da literatura reportam que indivíduos treinados, principalmente do sexo masculino, em atividades de alta intensidade como o TF possuem maior conteúdo de carnosina muscular quando comparados a sujeitos não-treinados ou atletas de endurance (Harris et al., 2012). Suzuki et al. (2004), verificaram que homens submetidos a 16 sessões de treinamento de *sprints* no cicloergômetro apresentaram aumento do conteúdo de carnosina intramuscular. Tallon et al (2005) encontraram maior conteúdo de carnosina muscular em fisiculturistas, quando comparado a indivíduos não treinados. Tais achados podem ser atribuídos à exposição crônica a ambiente de baixo pH, característica essa advinda do próprio protocolo de treino adotado comumente por atletas desse tipo de modalidade.

A alta concentração desse dipeptídeo nas células músculo-esqueléticas (especialmente fibras tipo II), justifica, portanto, sua função tamponante mais significativa que outros dois importantes agentes reguladores do pH muscular: o bicarbonato e o fosfato inorgânico (Hobson et al., 2012).

O papel da carnosina como agente tamponante foi identificado pioneiramente por Severin (1953), que demonstrou que a ausência desse dipeptídeo resultou em acidose e fadiga mais precoces. Devido a sua notável capacidade tamponante, altas concentrações de carnosina intramuscular têm sido associadas a melhora em provas de aptidão de caráter anaeróbio (Harris et al., 2012; Saunders et al., 2017).

Entretanto, o músculo esquelético não possui a capacidade de captar a carnosina do meio extracelular. Além disso, não produz os aminoácidos (L-histidina e beta-alanina) necessários para a síntese da mesma. Desta forma, para que tal ocorra, a captação dos referidos aminoácidos pelas células musculares torna-se de extrema relevância (Artioli et al, 2010) (figura 1).

Dados da literatura apontam que, para que a síntese da carnosina ocorra de maneira ótima, a disponibilidade de beta-alanina tem sido apontada como fator limitante, já que a célula muscular possui alta concentração de L-histidina, outro aminoácido responsável pela síntese da carnosina (Culbertson et al., 2010; Derave et al., 2010; Harris et al., 2012).

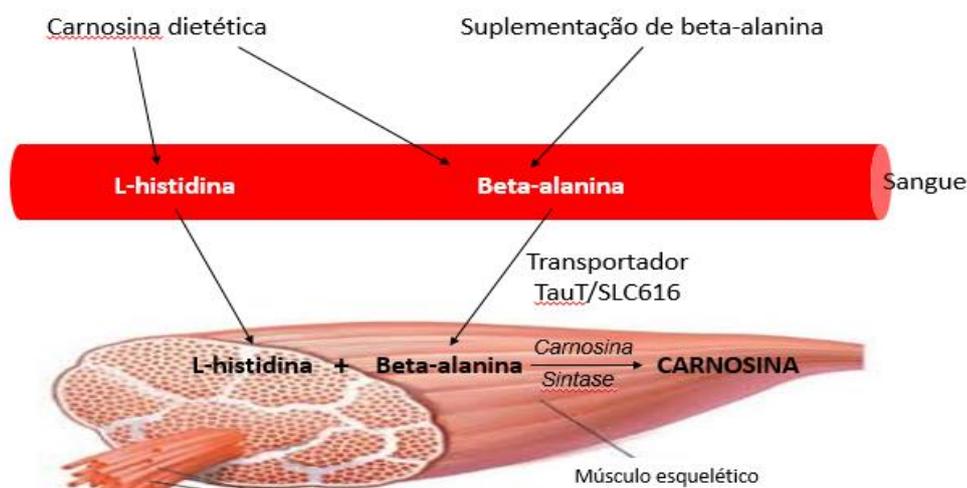


Figura 1. Esquema dos pontos de regulação da entrega de beta-alanina ao músculo e posterior síntese de carnosina. Adaptado de Stellingwerf et al.(2012).

O estudo de Harris et al. (2006) foi pioneiro ao aumentar o conteúdo de carnosina intramuscular em humanos através da suplementação de beta-alanina (3-6g/dia; 4 semanas).

Nesse contexto, a suplementação crônica em doses de 4-6 gramas/dia pode aumentar o conteúdo intramuscular de carnosina em 20-30% após duas semanas, 40-60% após quatro semanas e até 80% após dez semanas (Hill et al., 2007; Kendrick et al., 2007; Harris et al., 2009) potencializando a capacidade muscular tamponante e atenuando a fadiga induzida pela acidose decorrente da hidrólise de ATP em exercícios de alta intensidade (Sale et al., 2010). Além disso, conteúdos aumentados de carnosina têm sido associados a maior sensibilidade do aparato contrátil ao cálcio e aumento da capacidade antioxidante das células (Artioil et al., 2010; Harris et al., 2006). Adaptações em parâmetros de performance como limiar ventilatório e tempo de exaustão (Stout, 2011; Hill et al., 2007) parecem sofrer influência positiva decorrente da suplementação de beta-alanina. Em recente meta-análise, Saunders et al. (2017), relatam que a duração do exercício parece ser o principal fator influenciador quanto à efetividade da suplementação de beta-alanina. Em exercícios de curta duração (<30 segundos) não foram observados benefícios com a suplementação, enquanto o tamanho do efeito de atividades de duração moderada (30 segundos a 10 minutos) foi significativo. Entretanto, a suplementação de beta-alanina não foi efetiva em exercícios com duração superior a 10 minutos, mesmo com tamanho do efeito moderado. Quanto ao nível de treinamento dos indivíduos, os mesmos autores descrevem que não-treinados parecem experimentar maiores aumentos relativos de carnosina subsequente à suplementação (sob mesma dosagem) em comparação com sujeitos treinados, já que os últimos apresentam maior capacidade tamponante muscular.

Devido ao caráter anaeróbio do TF e conseqüente alteração da concentração de H^+ , a suplementação de beta-alanina, com o intuito de promover

aumento no conteúdo de carnosina muscular e capacidade tamponante, pode ser um recurso ergogênico eficiente para praticantes do TF.

Entretanto, a literatura ainda carece de maiores investigações sobre esse tema. Em sua maioria, os estudos buscaram averiguar se as capacidades de força máxima, potência e resistência de força, além da composição corporal, seriam afetadas em decorrência da suplementação crônica (Sale et al., 2010; Harris, 2008; Harris, 2006).

Além disso, nenhum estudo, até o momento, verificou se a hipertrofia muscular, importante adaptação crônica local advinda do treinamento, seria potencializada através da suplementação de beta-alanina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Beta-alanina: metabolismo e cinética plasmática.

A beta-alanina é um aminoácido de caráter não proteogênico, cujo local de síntese endógena é o fígado (Harris et al., 2006), ocorrendo a partir da degradação da uracila (Artioli et al., 2010). Em seguida, é captada por diversos tecidos, especialmente o músculo esquelético, através do transportador de taurina (TauT/SLC616; Stellingwerff et al., 2012), num processo sódio-dependente. Uma vez transportada até o sarcolema, à síntese de carnosina ocorre através da reação entre a beta-alanina e a histidina, catalisada pela enzima carnosina sintase (Artioli et al., 2010). A ingestão de doses de beta-alanina acima de 10 mg/kg de massa corporal (800mg, em média) tem sido relatada como causadora de sintomas de parestesia que acometem as extremidades (Harris et al., 2006). Os mecanismos responsáveis por esse efeito indesejado não estão totalmente

elucidados, mas parecem estar relacionados tanto ao pico plasmático como ao tempo para que tal seja atingido. Na referida dose, o tempo para atingir o pico é de aproximadamente 30 a 40 minutos e a meia-vida de desaparecimento se dá aproximadamente 25 minutos após o pico (Artioli et al., 2010). Segundo Harris et al. (2006) após a ingestão de 800mg, os níveis plasmáticos retornam ao normal cerca de 3 horas após a ingestão. Portanto, segundo os autores, a fim de elevar a ingestão diária de beta-alanina, pode-se repetir a ingestão de 10mg/kg, respeitando intervalo mínimo de 3 horas entre as doses.

2.2 Efeitos da suplementação de beta-alanina na força muscular

Embora a literatura apresente estudos que investigaram as respostas da força máxima frente à suplementação de beta-alanina (Hoffman et al.,2008; Outlaw et al.,2014; Kendrick et al.,2008; Hoffman et al.,2006) , algumas dúvidas persistem, uma vez que a comparação entre os achados das pesquisas é dificultada devido as diferentes características dos desenhos experimentais. Hoffman et al. (2008) demonstraram que 30 dias de suplementação (4,5g/dia) não trouxeram adaptações adicionais nessa capacidade física em jovens treinados. Da mesma forma, Outlaw et al. (2014) e Kendrick et al. (2008) verificaram, através de teste de uma repetição máxima (1RM), que 3,4g/dia e 6,4g/dia de beta alanina, respectivamente, não promoveram aumentos significantes em relação ao grupo que recebeu placebo (maltodextrina). Hoffman et al. (2006) verificaram se a suplementação de beta-alanina (10 semanas) traria incrementos adicionais na força máxima quando acrescentado ao uso de creatina. Ao final do estudo, os autores descrevem que a adição de beta-alanina não promoveu resultados

significantes na força máxima quando comparado ao protocolo de suplementação utilizando apenas creatina. A ausência de efeitos positivos da suplementação nessa capacidade física parece ser justificada pelo fato do desempenho em testes como de 1RM não sofrerem influência da via anaeróbia láctica, portanto, não apresentarem queda significativa do pH intramuscular.

Quanto aos efeitos do uso de beta alanina na resistência de força (*muscle endurance*), os estudos divergem, tanto nos resultados, como nos protocolos de avaliação. Derave et al (2007), demonstraram que a suplementação (4,8g/dia) foi eficaz em promover aumento no conteúdo de carnosina muscular, porém, a resistência de força, verificada através do tempo até exaustão sob 45% da contração voluntária máxima isométrica, não foi significativamente afetada. Corroborando os achados acima, Sanches e Terrados (2009) não encontraram efeitos da suplementação (5,4g/dia) no número de repetições a 50% de 1RM no exercício supino reto em judocas. Kendrick et al. (2008), ao suplementarem 26 jovens destreinados em força (6,4g/dia), verificaram que não houve incrementos na resistência de força dos flexores do cotovelo (isocinético) quando comparado ao grupo placebo. De forma semelhante, Outlaw et al. (2014) verificaram que, a 65% de 1RM no exercício supino reto, os grupos que suplementaram com beta alanina (3,4g/dia) e placebo (maltodextrina) apresentaram aumentos médios absolutos no número de repetições de 3,2 e 4,6, respectivamente, sem, entretanto, nenhuma diferença significativa entre os mesmos. Nesse mesmo estudo, curiosamente, tal comportamento não foi reproduzido no teste de membros inferiores (*leg press*), no qual o grupo que recebeu a suplementação apresentou aumentos absolutos significativos (1,1 repetições) em relação ao grupo placebo (-4,5 repetições). De forma convergente, Sale et al. (2012)

verificaram que 4 semanas de suplementação (6,4g/dia) trouxeram adaptações significativamente positivas na resistência de força (tempo até exaustão a 45% da contração voluntária máxima isométrica) nos extensores do joelho em jovens ativos, comparado ao grupo placebo.

2.3 Efeitos da suplementação de beta-alanina no volume de treino

A manipulação das variáveis do TF afeta diretamente a magnitude das adaptações decorrentes do mesmo, dentre as quais, a manipulação do volume de treino é de fundamental importância na potencialização dos ganhos de força e volume muscular. O volume pode ser expresso de diferentes formas: pela soma do número de séries realizadas em uma sessão; pelo produto do número de séries e o número de repetições realizados em uma sessão; e, finalmente, pelo produto entre o número de séries, o número de repetições, e a carga (em kg) erguida durante uma sessão de exercícios de força (Schoenfeld, 2015).

A acidose induzida pelo treinamento de força, como discutido anteriormente, pode trazer prejuízos no desempenho neuromuscular ao longo de uma sessão, embora cronicamente (prejuízo nas adaptações de força e volume muscular) tal comportamento ainda não tenha sido investigado. Portanto, a manutenção de níveis ótimo de pH pode auxiliar substancialmente na manutenção e/ou aumento do desempenho do treinamento de força, seja através de incrementos da carga utilizada ou do volume executado. Nesse contexto, a suplementação de beta-alanina tem-se mostrado uma estratégia ergogênica interessante. Hoffman et al. (2006), compararam os efeitos combinados de beta-alanina e creatina, versus creatina sozinha, em jogadores de futebol americano de

nível universitário. Após 10 semanas de intervenção, verificou-se que o grupo suplementado com beta-alanina e creatina apresentou aumentos mais significativos na carga total levantada (volume de treino) comparado ao grupo que recebeu apenas a suplementação de creatina e ao grupo placebo.

Os mesmo grupo de pesquisa, em outro estudo, concluiu que, em jovens treinados em força, a suplementação de beta-alanina, por 30 dias, trouxe incrementos significativos da carga total levantada (22%), quando comparado ao grupo que recebeu placebo (Hoffman et al., 2008).

2.4 Efeitos da suplementação de beta-alanina na composição corporal e adaptações morfológicas

A principal adaptação morfológica crônica decorrente do treinamento de força é o aumento no volume da célula muscular, denominada hipertrofia. Essa, por sua vez, decorre de seguidas respostas agudas relacionadas à elevação da síntese e redução da degradação protéica (balanço nitrogenado positivo). A literatura tem apontado três principais fatores que influenciam tais adaptações (aguda e crônica): tensão mecânica, dano muscular e *stress* metabólico (Schoenfeld, 2015).

A tensão mecânica gerada durante o treinamento parece ser fator fundamental na indução do crescimento do tecido muscular, principalmente por iniciar eventos moleculares que culminam no aumento da síntese proteica (mecanotransdução). Nesse contexto, protocolos de exercício com alto volume (sobrecarga mobilizada x número de repetições x número de séries) parecem estar diretamente relacionadas ao *stress* mecânico imposto ao tecido muscular

(Schoenfeld,2015). Entretanto, a tensão mecânica parece não atuar isoladamente na promoção da hipertrofia. Embora achados recentes questionem essa hipótese, o dano muscular induzido pelo exercício de força, parece exercer papel relevante no processo (Willardson,2006). A resposta a esse dano tem sido relacionada a aumento de atividades inflamatórias agudas e brandas que culminam na liberação de fatores de crescimento mecânicos (MGF's) atuantes no processo de ativação de células-satélites, responsáveis pelo reparo e regeneração tecidual. Além dos dois fatores acima citados (tensão mecânica e dano muscular) o acúmulo de metabólitos (íons hidrogênio, fosfato inorgânico, lactato, etc) resultantes da contração muscular fatigante parece exercer papel positivo na promoção da síntese proteica muscular e, conseqüentemente, da hipertrofia. Dessa forma, o ambiente acidótico resultante de protocolos comumente utilizados com o intuito de maximizar adaptações hipertróficas (alto volume e intervalos de descanso reduzidos) parece favorecer o anabolismo do músculo esquelético (Schoenfeld,2015). A fim de maximizar tais respostas, treinadores e praticantes do treinamento de força buscam comumente na suplementação alimentar um recurso de caráter possivelmente ergogênico.

O comportamento da composição corporal (massa corporal magra e massa corporal gorda) frente à suplementação de beta-alanina, concomitante ao treinamento (força, *endurance*), tem apresentado resultados controversos. Glenn et al. (2016), Kresta et al. (2014) e Outlaw et al. (2014) verificaram que protocolos de suplementação de 3,2g/dia, 6g/dia, 3,4g/dia, respectivamente, não trouxeram alterações significativas na composição corporal. McCormak et al (2013) constataram que protocolo de suplementação de maior duração (12 semanas) não foram suficientes em promover incrementos significativos na massa magra de

idosos. Sob duração semelhante (10 semanas), porém analisando jovens treinados, Kendrick et al. (2008) também não observaram efeitos significativos do uso de beta-alanina na composição corporal, mesmo utilizando protocolo de elevada dosagem total (6,4g/dia). Em contrapartida, Hoffman et al. (2006), Kern (2011) e Smith et al. (2009), divergem dos trabalhos acima descritos. Sob diferentes dosagens (3,2g/dia, 4g/dia e 6g/dia, respectivamente), tais trabalhos puderam constatar que a suplementação de beta-alanina foi eficiente em promover adaptações positivas na composição corporal, seja através do incremento da massa magra, redução da massa gorda, ou ambos. A divergência de achados nos estudos parece ser justificada pelos diferentes modelos de suplementação adotados (dosagem e duração), nível de aptidão física (treinados vs destreinados) e gênero dos sujeitos analisados.

Possíveis adaptações locais (espessura) do tecido muscular decorrentes do uso de beta-alanina ainda não foram investigados. Faz-se necessária a realização de estudos objetivando tal análise. Desta forma, até o presente momento, para o nosso conhecimento, o presente trabalho é o primeiro a investigar o efeito da suplementação de beta-alanina na espessura muscular em músculos de membros superior e inferior e na carga interna de treinamento (CIT).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Verificar os efeitos da suplementação de beta alanina, por 8 semanas, no desempenho neuromuscular e espessura muscular em sujeitos treinados em força.

3.2 Objetivos Específicos

1) Verificar os efeitos crônicos de 8 semanas da suplementação de beta-alanina nas seguintes variáveis dependentes:

- Teste de uma repetição máxima (1RM) nos exercícios supino reto e meio-agachamento;
- Teste de resistência de força com 60% de 1RM (60%1RM) nos exercícios supino reto e meio-agachamento;
- Espessura muscular dos músculos flexores do cotovelo; tríceps braquial e vasto lateral.

2) Realizar a comparação entre grupos (beta alanina e placebo) e entre semanas (1-8) das seguintes variáveis dependentes:

- Carga Total Levantada (CTL).
- Carga Interna de Treino (CIT).

4. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A análise das possíveis adaptações neuromusculares potencializadas pela suplementação de beta-alanina proporcionará maior conhecimento quanto ao uso desse recurso ergogênico no TF, auxiliando profissionais da área do esporte/nutrição e praticantes do TF quanto a possível utilização e/ou prescrição do suplemento alimentar estudado.

Embora nos últimos anos a suplementação de beta-alanina venha sendo amplamente investigada pela literatura, as dosagens utilizadas em nosso estudo, concomitante ao treinamento de força, ainda foram pouco estudadas. Além disso, a literatura carece de dados a respeito da suplementação como potencializadora das adaptações morfológicas (hipertrofia muscular).

5. HIPÓTESE

Nossa hipótese é a de que a suplementação de beta-alanina não traga incrementos adicionais na força máxima, corroborando, assim, com os dados da literatura. Porém, devido ao aumento do conteúdo de carnosina muscular decorrente da suplementação (embora não mensurado em nosso estudo), esperamos que o grupo suplementado apresente maiores aumentos na resistência de força, na CTL e na CIT ao longo das oito semanas de intervenção,

fator este que levaria, por consequência, a incrementos mais significantes na espessura muscular, quando comparado ao grupo placebo.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, duplo-cego, placebo/controle (Pandis et al., 2017). Todos os procedimentos foram realizados na academia Mega Gym, localizada na cidade de Itajubá – Minas Gerais.

6.1 Sujeitos

O cálculo do tamanho amostral foi determinado utilizando como variável dependente a espessura muscular do vasto lateral advinda de estudo piloto previamente realizado com indivíduos que possuíam as mesmas características das que foram empregadas no presente estudo. O cálculo foi baseado em significância de 5% e um poder do teste de 80% (Eng, 2003), o que resultou em um N mínimo de nove sujeitos considerando o teste t dependente para diferença entre as médias pré e pós-intervenção. O cálculo foi realizado no software GPower (versão 3.1.3). A amostra foi composta por 20 homens hígidos (idade: 27.4 ± 5.3 anos; estatura: 1.78 ± 0.1 cm; massa corporal: 83.4 ± 9.7 kg; experiência em TF: 5.9 ± 3.9 anos). Todos os sujeitos apresentavam experiência prévia com o treinamento de força há, no mínimo, um ano, com frequência semanal não inferior a três sessões. Todos os sujeitos foram recrutados na cidade de Itajubá – Minas Gerais, no próprio espaço onde usualmente realizavam o treinamento.

6.2 Critérios de Inclusão

Para serem incluídos na pesquisa, os indivíduos deveriam: (i) responder negativamente a todas as perguntas contidas no Questionário de Prontidão para Atividade Física ([*Physical Activity Readiness Questionnaire – PAR-Q*, Anexo II] Andreazzi et al., 2016); (ii) apresentarem a experiência mínima de 12 meses com a prática regular do treinamento de força, com frequência superior ou igual a três sessões semanais; (iii) serem capazes de executar o teste de 1RM com uma carga externa equivalente a própria massa corporal total no exercício supino reto e 1,25 vezes a própria massa corporal total no exercício meio-agachamento (Zourdos et al., 2016) (iv) não relatarem uso de beta alanina e/ou creatina por no mínimo seis meses, bem como esteroides anabolizantes. Além disso, para que cada sujeito fosse incluído nas análises pós intervenção, deveria apresentar frequência relativa mínima de 85% das sessões de treino. O mesmo critério foi adotado quanto à quantidade total de suplemento administrado ao longo do estudo.

6.3 Critérios de exclusão

Quanto aos critérios de exclusão, foram excluídos aqueles que porventura apresentassem limitações clínicas que pudessem comprometer a saúde e segurança dos mesmos. Durante o período de intervenção, o voluntário que porventura apresentasse alguma lesão, independente do motivo, ou se ausentasse de mais de três treinos consecutivos, seria excluído da amostra. Ao

final do período de intervenção, os sujeitos responderam questionário verbal quanto ao número de cápsulas consumidas e sessões de treino realizadas durante as oito semanas. Aqueles que, porventura, apresentassem número de cápsulas consumidas em relação ao total fornecido e/ou frequência relativa de treinos inferior a 85%, teriam seus dados excluídos das análises finais.

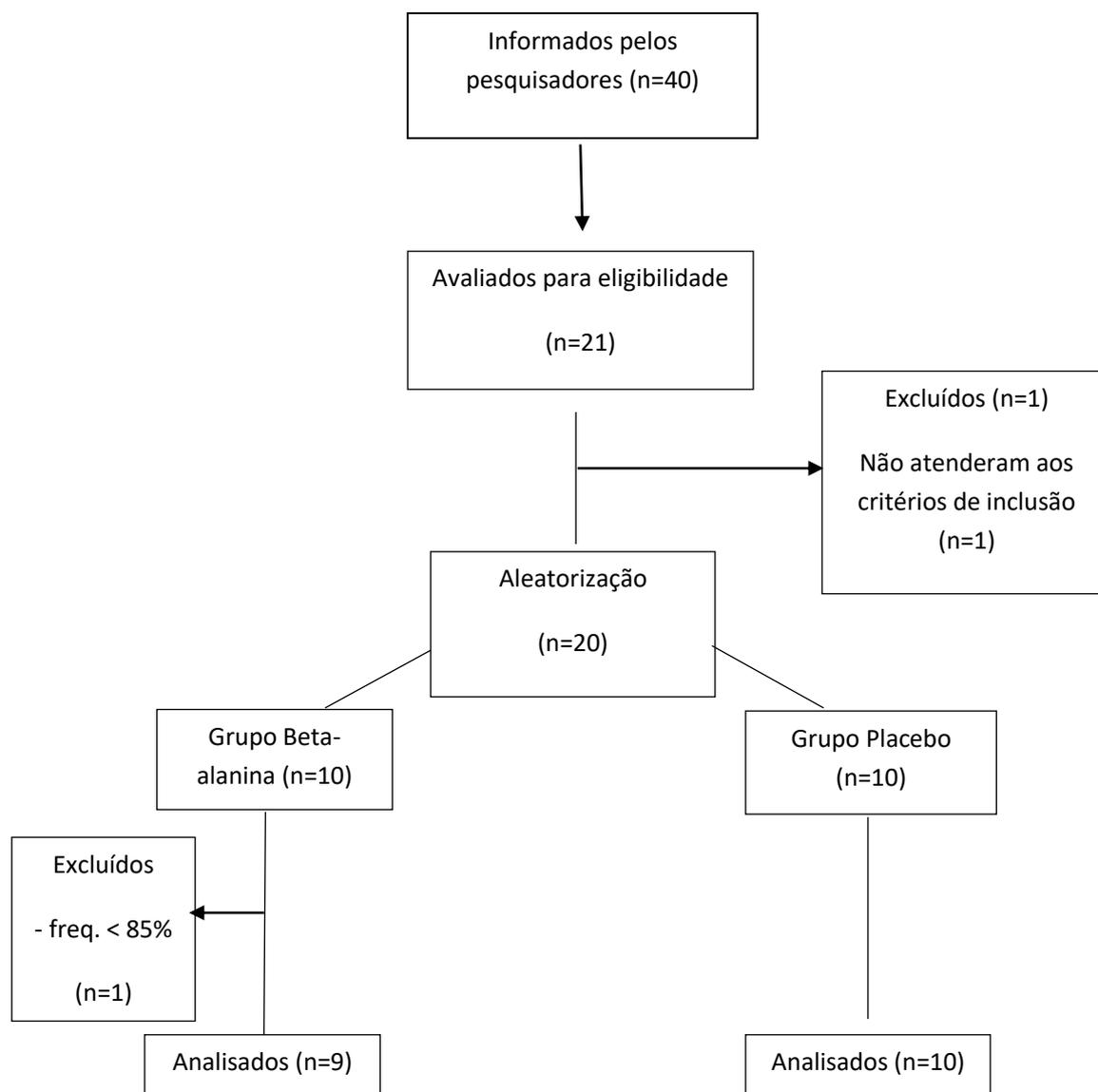
6.4 Recrutamento e Adesão ao Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)

Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais por meio de uma reunião, na qual foram esclarecidos de forma clara e detalhada os objetivos, a metodologia, os benefícios relacionados ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, APÊNDICE I), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (Parecer 2.094.534, ANEXO I). A metodologia proposta foi formulada respeitando as resoluções 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Quando necessário, os procedimentos foram imediatamente interrompidos diante de qualquer relato ou observação de movimento fora do padrão normal do voluntário.

6.5 Procedimentos

A duração total do estudo foi de 10 semanas. Na primeira semana, foram realizadas as avaliações pré-intervenção, sob a seguinte ordem: (I) Aplicação do questionário *PAR-Q* (ANEXO II) e obtenção de dados pessoais (idade, tempo de prática e assiduidade ao TF, experiência com os exercícios

utilizados no estudo) através de questionamento oral; (II) coleta de dados antropométricos (massa corporal total, estatura, distância biacromial e distância entre os pés proporcional a largura do quadril);(III) Espessura muscular (ultrassom); (IV) Força máxima membros superiores (1RM); (V) Força máxima membros inferiores; (VI) Resistência de Força de membros superiores (60% de 1RM); (VI) Resistência de força de membros inferiores. Entre cada avaliação, foram adotados intervalos de 10 minutos. Previamente às avaliações, os sujeitos foram orientados a evitar a prática de qualquer atividade física por, no mínimo, 48 horas, evitando assim, possível interferência nos resultados das mesmas. Ainda nessa semana, os sujeitos foram submetidos a quatro sessões de treino, a fim de familiarizarem-se com os exercícios utilizados no programa de treino proposto, além de encontrar a carga equivalente a dez repetições máximas (10RM), sendo essa a utilizada quando do início dos treinamentos nas semanas subsequentes. Da segunda a nona semana, os indivíduos foram submetidos aos protocolos de treinamento (tabela 1) e suplementação (ver item 6.4.1). Na décima semana, os procedimentos de avaliação descritos na primeira semana foram repetidos, sob a mesma ordem relatada. Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo pesquisador e no mesmo horário do dia.

Figura 1- Fluxograma do desenho experimental

6.5.1 Protocolo de suplementação e treinamento de força

Os participantes foram pareados de acordo com os níveis de força pré-intervenção em um dos seguintes grupos experimentais: 1) Grupo Beta-alanina (BA): 6,4gramas/dia de beta alanina; 2) Grupo Placebo (PLA): 6,4g/dia de

maltodextrina. O suplemento contendo beta-alanina (*Carnosyn*) foi obtido da *Natural Alternatives Institute* (San Marcos, CA, USA). Tanto as cápsulas contendo beta-alanina como maltodextrina eram apresentadas na dosagem de 400 miligramas (mg) cada (gastro-resistentes e revestidas com hidroxipropilmetilcelulose) e apresentavam a mesma aparência (coloração e formato). Os sujeitos foram orientados, no início da intervenção, a consumirem o suplemento ou placebo em quatro doses diárias de 1600 mg cada, juntamente a refeições sólidas (quatro cápsulas de 400mg por refeição – desjejum, almoço, jantar, ceia), tanto nos dias em que realizavam o TF bem como nos dias em que não o faziam (Harris et al., 2006; Stegen et al., 2013). A cada período quinzenal, os indivíduos recebiam novo suprimento de cápsulas.

O protocolo de TF adotado foi o mesmo entre os dois grupos. Em cada semana de intervenção, os sujeitos realizavam quatro sessões semanais, com a seguinte divisão: Treino A1 (peitoral; deltoides; tríceps braquial); Treino B1 (Quadríceps; Latíssimo dorsal; bíceps braquial); Treino A2 (peitoral; deltoides; tríceps braquial); Treino B2 (Quadríceps; Latíssimo dorsal; bíceps braquial). Tal divisão teve sua escolha justificada por se assemelhar com a adotada até então pelos participantes em sua rotina de treinamento. Em cada exercício eram realizadas três séries. O protocolo de múltiplas séries foi adotado por promover maiores adaptações quando comparado a protocolos de séries únicas (Schoenfeld,2015; Kraemer e Ratamess,2004). Além disso, tal volume assemelhava-se ao utilizado pelos praticantes em suas rotinas de treinamento prévias, informação essa coletada na primeira semana do estudo. As cargas iniciais para cada exercício foram estabelecidas tendo como base a sessão de familiarização, realizada na semana inicial, em que os sujeitos estimaram suas

cargas de 10RM. Os sujeitos foram instruídos sobre a técnica adequada pré-estabelecida, realizar o maior número de repetições possível em cada série (falha muscular concêntrica). Caso na última série de cada exercício fosse realizado número de repetições superior a 12RM, os participantes eram instruídos a implementar, na próxima sessão, a partir da primeira série, incrementos de 5% a 10% na sobrecarga externa. O tempo de pausa utilizado foi de 60 segundos entre séries e 120 segundos entre exercícios (De salles et al., 2009; Willardson, 2006;). A escala *RIR* (do inglês, *Repetitions in Reserve* [ANEXO III]) foi aplicada ao final de cada série (Zourdos et al., 2016a). A utilização da escala teve como finalidade monitorar a percepção subjetiva de esforço (PSE) utilizando como descritores à percepção do sujeito sobre quantas repetições ele conseguiria realizar a mais na série finalizada (Helms et al., 2016). Os voluntários foram instruídos a executarem todos os exercícios em cadência de aproximadamente 1,5 segundos tanto na ação concêntrica quanto na excêntrica. Além disso, realizaram os exercícios na sessão de familiarização utilizando cadência definida por um metrônomo a 40bpm. Durante as sessões de treino, entretanto, não houve utilização de metrônomo. Todos os treinos foram acompanhados pelos mesmos pesquisadores.

Tabela 1 - Exercícios adotados no TF.

SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
A1	B1	-	A2	B2
SUPINO RETO	LEG PRESS		SUPINO INCLINADO	LEG PRESS
SUPINO ARTICULADO	MEIO AGACHAMENTO HACK		SUPINO HALTER	MEIO AGACHAMENTO HACK
VOADOR	CADEIRA EXTENSORA		CRUCIFIXO INCLINADO	CADEIRA EXTENSORA
DESENVOLVIMENTO	PULLEY ABERTO		DESENVOLVIMENTO	REMADA ARTICULADA
ELEVAÇÃO FRONTAL POLIA	PUXADOR ARTICULADO		ELEVAÇÃO FRONTAL HALTER	PUXADOR NEUTRO
ELEVAÇÃO LATERAL	REMADA BAIXA POLIA		ELEVAÇÃO LATERAL	PUXADOR SUPINADO
TRÍCEPS POLIA	ROSCA DIRETA BARRA		TRÍCEPS CORDA	ROSCA DIRETA HALTER
TRÍCEPS TESTA HALTER	ROSCA SCOTT BARRA		TRÍCEPS TESTA BARRA	ROSCA BANCO 45°
TRÍCEPS COICE CORDA	ROSCA MARTELO HALTER		TRÍCEPS FRANCÊS CORDA	ROSCA MARTELO HALTER

6.5.2 Inquérito Nutricional

Com o intuito de evitar possíveis influências do padrão alimentar nas variáveis mensuradas, os sujeitos foram aconselhados a manter o seu regime nutricional habitual, além de evitarem o uso de suplementos alimentares adicionais durante o período de intervenção. Adicionalmente, foram instruídos a preencher nas semanas 1, 4 e 8 um recordatório alimentar de 24 horas (APÊNDICE II) utilizado para estimativa da quantidade consumida semanalmente de calorias e macronutrientes. O recordatório foi preenchido em dois dias não consecutivos da semana e em um dia do final de semana. Foram registradas, o mais detalhadamente possível, as seguintes informações: horário, tipo e quantidade de alimentos consumidos. A quantidade de alimentos foi registrada

em unidades de medida utilizadas na culinária (colheres, copos e xícaras) e convertida em gramas. Utilizou-se o software NutriWin (UNIFESP, São Paulo, Brasil) a fim de estimar o consumo energético (macronutrientes). Os valores selecionados para análise foram: média semanal do consumo estimado de quilocalorias (kcal Total); consumo estimado de proteínas, carboidratos e lipídios expresso em gramas (g), normalizado pela massa corporal total (g/kg = gramas por quilograma de massa corporal) e percentual de cada macronutriente em relação ao consumo calórico estimado total.

6.5.3 Monitoramento da Carga total Levantada (CTL)

A carga total levantada (CTL) foi calculada pelo produto do número de séries, repetições e sobrecarga externa (kg) em cada exercício e em cada sessão de treino. A carga total levantada de cada sessão ($CTL_{sessão}$) foi calculada através da seguinte fórmula: $CTL_{sessão} = CTL_{exercício1} + CTL_{exercício2} + CTL_{exercício3} + CTL_{exercício4} + CTL_{exercício5} + CTL_{exercício6} + CTL_{exercício7} + CTL_{exercício8} + CTL_{exercício9}$. A CTL de cada semana (CTL_{semana}) foi calculada através da seguinte fórmula: $CTL_{semana} = CTL_{treinoA} + CTL_{treinoB} + CTL_{treinoC} + CTL_{treinoD}$. A CTL das oito semanas (CTL_{total}) foi calculada através da seguinte fórmula: $CTL_{total} = CTL_{semana1} + CTL_{semana2} + CTL_{semana3} + CTL_{semana4} + CTL_{semana5} + CTL_{semana6} + CTL_{semana7} + CTL_{semana8}$. Os dados são expressos em quilograma-força (kgf).

6.5.4 Monitoramento da Carga Interna de Treinamento (CIT)

Para a determinação da CIT, foi utilizada a escala de OMNI (Robertson et al., 2003 [ANEXO IV]), de acordo com o método da PSE, proposto por Foster

(1998). Após 10 minutos do final de cada sessão (CHRISTEN et al., 2016), cada participante indicava, através da escala OMNI, o grau do esforço físico percebido. A fim de calcular a CIT de cada sessão, foi utilizada a seguinte fórmula: Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) x Tempo sob Tensão (TST) (GENNER e WESTON, 2014).

O TST de cada exercício ($TST_{\text{exercício}}$) foi calculado através da seguinte fórmula: $TST_{\text{exercício}} = \text{número de repetições} \times \text{número de séries} \times 3''$. O TST de cada sessão ($TST_{\text{sessão}}$), por sua vez, foi obtido através da seguinte fórmula: $TST_{\text{sessão}} = TST_{\text{exercício1}} + TST_{\text{exercício2}} + TST_{\text{exercício3}} + TST_{\text{exercício4}} + TST_{\text{exercício5}} + TST_{\text{exercício6}} + TST_{\text{exercício7}} + TST_{\text{exercício8}} + TST_{\text{exercício9}}$ +. A duração de 3 segundos/repetição foi obtida durante os testes de 10RM, realizados na semana 1, através de uso de metrônomo, sob cadência padrão de 40 bpm. Os sujeitos foram instruídos a, durante as sessões de treino, utilizar a referida cadência em todos os exercícios, embora o metrônomo não tenha sido utilizado durante o período de intervenção. A CIT de cada semana (CIT_{semana}) foi calculada através da seguinte fórmula: $CIT_{\text{semana}} = CIT_{\text{treinoA}} + CIT_{\text{treinoB}} + CIT_{\text{treinoC}} + CIT_{\text{treinoD}}$. A CIT das oito semanas (CIT_{total}), por sua vez, foi calculada através da seguinte fórmula: $CIT_{\text{total}} = CIT_{\text{semana1}} + CIT_{\text{semana2}} + CIT_{\text{semana3}} + CIT_{\text{semana4}} + CIT_{\text{semana5}} + CIT_{\text{semana6}} + CIT_{\text{semana7}} + CIT_{\text{semana8}}$. Os dados são expressos em unidades arbitrárias (u.a.).

6.6 DESCRIÇÃO DAS AVALIAÇÕES

6.6.1 Teste de uma repetição máxima (1RM)

Para determinação da força máxima, o teste de 1RM foi realizado nos exercícios supino reto (Figura 2) e meio-agachamento (*hack machine*) (Figura 3). Os procedimentos realizados na condução do teste seguiram as diretrizes estabelecidas pela NSCA – *National Strength and Conditioning Association* (Baechle e Earle, 2008). Previamente, os sujeitos realizaram um aquecimento geral que consistiu em pedalar por 5 minutos em cicloergômetro (Schwinne, AC Sport) com velocidade entre 60 e 70rpm e carga de 50w. Em seguida, um aquecimento específico no exercício testado foi realizado utilizando a seguinte sequência: 5 repetições com carga referente à 50% do valor estimado pelo próprio voluntário para 1RM; 3 repetições com carga referente à 60% do 1RM estimado; 2 repetições com carga referente à 80% do 1RM estimado. Após 3 minutos de intervalo, os voluntários foram orientados a realizar uma única repetição máxima, ou seja, não conseguir executar duas repetições completas com a carga utilizada. A sobrecarga externa foi ajustada entre 5-10% nas tentativas subsequentes até que a sobrecarga máxima para 1RM fosse encontrada. Os voluntários podiam realizar um máximo de cinco tentativas para cada exercício. O intervalo utilizado foi de 5 minutos entre tentativas e 10 minutos entre exercícios. Para a execução do supino reto, os sujeitos foram instruídos a permanecerem em uma posição de contato do corpo em cinco pontos (cabeça, costas, quadril [em contato com o banco], pés direito e esquerdo [em contato com o solo]) durante a execução do exercício. Adotou-se empunhadura de 200% da distância biacromial (Marchetti et al., 2010), valor este encontrado nas avaliações iniciais. Para caracterizar uma repetição completa, o voluntário deveria partir de uma posição inicial com os cotovelos estendidos, descer a barra até que a mesma encostasse no peitoral e então retornar à posição inicial com os cotovelos

estendidos. Os sujeitos realizaram o exercício meio-agachamento com a amplitude do movimento limitada pelo momento em que a coxa atingia a posição paralela ao solo (Marchetti et al., 2016). A distância entre membros inferiores foi proporcional a largura do quadril, a qual foi determinada através de avaliação visual. Após o posicionamento dos pés no solo, o local foi demarcado para garantir que os sujeitos posicionassem seus pés utilizando a mesma distância em todas as tentativas. O valor dessa distância foi mensurado e anotado com a finalidade de garantir que tanto nos treinos, quanto nas avaliações pós intervenção os sujeitos executassem o meio-agachamento nos mesmos padrões de posicionamento dos membros inferiores. Não foram permitidas paradas na execução do movimento entre as fases excêntrica e concêntrica e foram consideradas válidas somente as tentativas em que a correta execução dos exercícios foi realizada. Para minimizar erros nos testes, as seguintes estratégias foram adotadas: (i) os sujeitos receberam informações técnicas adequadas de cada exercício antes dos testes; (ii) a execução de cada exercício foi monitorada e corrigida quando necessário; (iii) os sujeitos foram encorajados verbalmente durante os testes. Todos os testes tiveram a supervisão dos mesmos pesquisadores. O coeficiente de correlação intraclassa (CCI) do nosso laboratório para o teste de 1RM no supino reto e 1RM no meio-agachamento é 0,989 e 0,990, respectivamente. O coeficiente de variação (CV) do nosso laboratório para esses testes é de 0,8 e 0,7%, respectivamente. O erro típico da medida (ETM) do nosso laboratório para esses testes é de 2,05 e 1,95kg, respectivamente.

6.6.2 Teste com 60% de 1RM

Para determinação da resistência de força, o teste de 60%1RM foi realizado nos exercícios supino reto e meio agachamento. Os voluntários foram orientados a executarem em uma única série o máximo de repetições possível até a falha muscular concêntrica em ambos os exercícios. A sobrecarga utilizada foi correspondente a 60% do valor encontrado no teste de 1RM (Campos et al., 2002). Os testes foram realizados utilizando cadência definida por um metrônomo (*Metronome Beats, Stonekick*) a 40bpm. O intervalo adotado entre exercícios foi de 10 minutos. O coeficiente de correlação intraclassa (CCI) do nosso laboratório do teste de 60%1RM no supino reto e no meio-agachamento foi 0,943 e 0,910, respectivamente. O CV do nosso laboratório foi de 2,3 e 3,3%, respectivamente. O erro ETM foi de 0,83 e 1,13 repetições, respectivamente.



Figura 2 - Supino reto (a) posição inicial e (b) posição final.

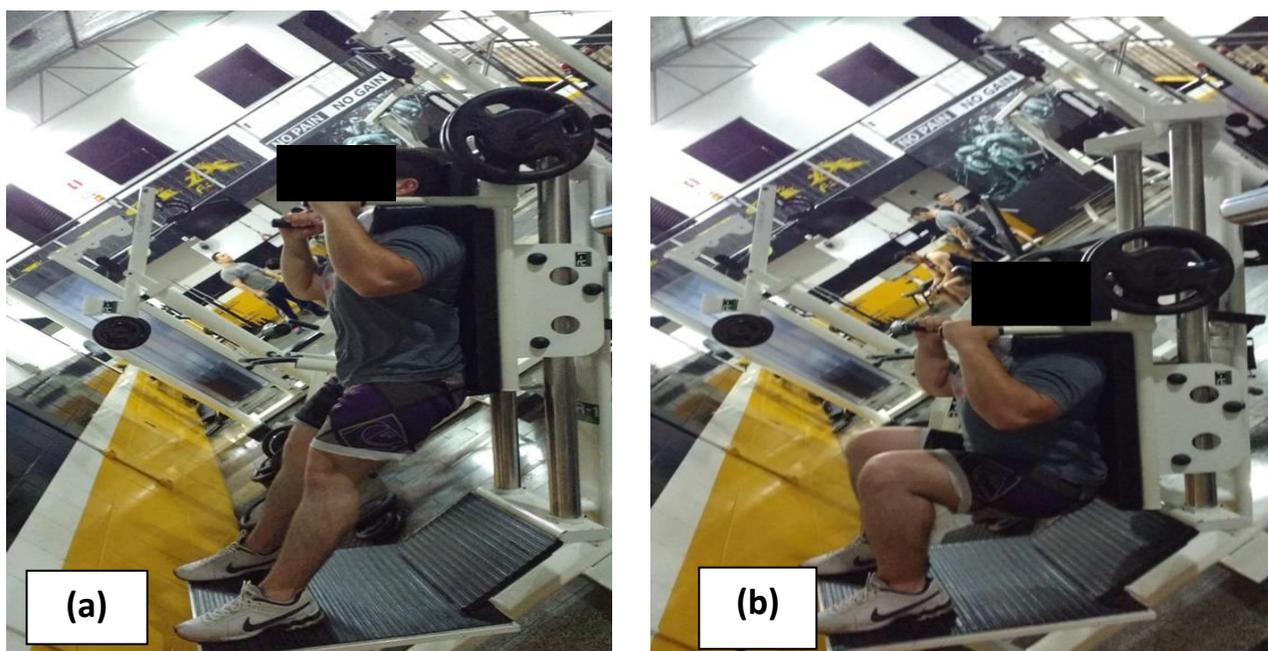


Figura 3 - Meio-agachamento (a) posição inicial e (b) posição final.

6.6.3 Avaliação da espessura muscular

A ultrassonografia foi utilizada para mensuração da espessura muscular (EM). A reprodutibilidade do ultrassom na determinação da EM é altamente validada pela literatura, inclusive quando comparada com o modelo “padrão ouro” de análise, a ressonância magnética (Reeves et al., 2004). Um pesquisador treinado em exames de imagem realizou todas as avaliações utilizando um ultrassom B-mode (Bodymetrix pro System, Intelamatrix Inc., Livermore, Calif., USA). As medidas foram realizadas no lado direito do corpo em três locais: músculos flexores do cotovelo, tríceps braquial e vasto lateral. A determinação das regiões anatômicas em que a aquisição das imagens foi realizada seguiu a metodologia utilizada por Schoenfeld et al. (2015). Para os músculos flexores de cotovelo e tríceps braquial, inicialmente foi mensurado o

comprimento do segmento braço, adotando como referência a distância entre o processo acromial da escápula e o epicôndilo lateral do úmero. A região analisada corresponde a 60% do comprimento do segmento, partindo do processo acromial (Figura 4). A análise foi realizada com os sujeitos sentados.

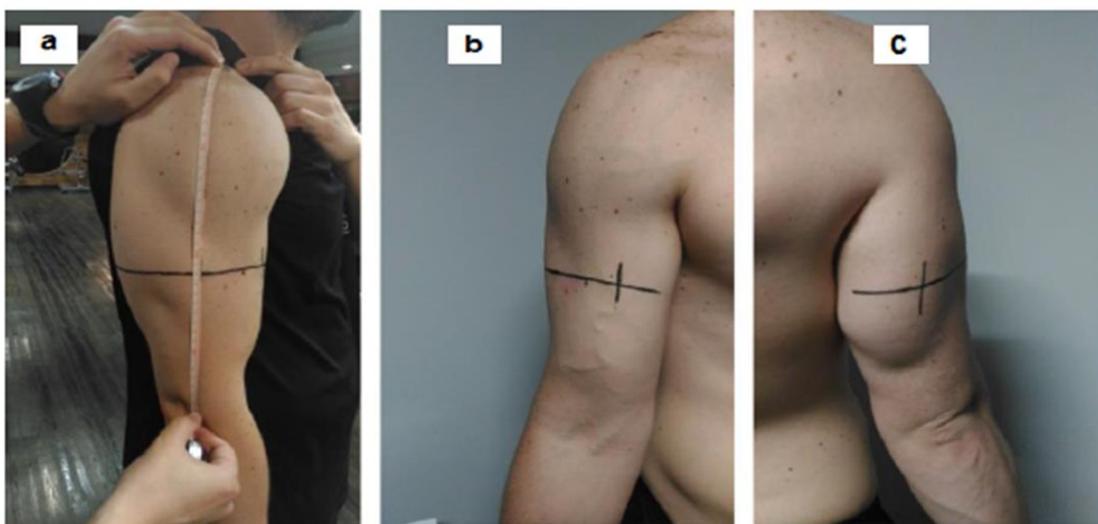


Figura 4 - Marcações do segmento braço. (a) 60% do comprimento; (b) região de análise dos flexores do cotovelo; (c) região de análise do tríceps

Para o vasto lateral, inicialmente foi mensurado o comprimento do segmento coxa, adotando como referência a distância entre o côndilo lateral do fêmur e o trocânter maior. A região analisada corresponde a 50% do comprimento do segmento (Figura 5). A análise foi realizada com os sujeitos deitados.

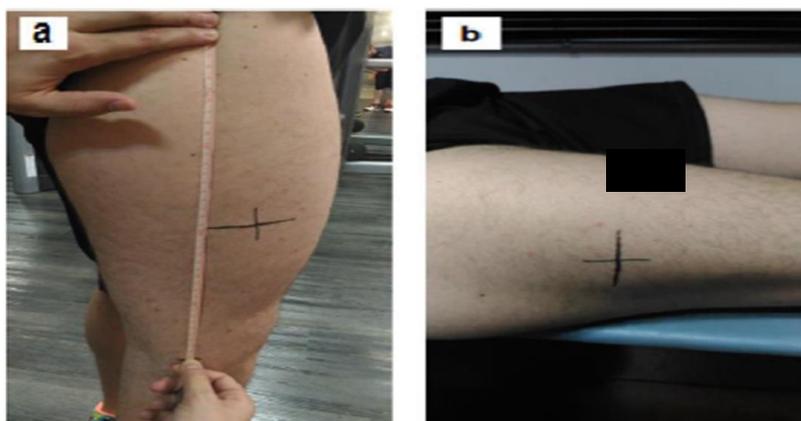


Figura 5 - Marcações no segmento coxa. (a) 50% do comprimento; (b) região de análise do vasto lateral.

A coleta dos dados seguiu os seguintes procedimentos: (i) aplicação do gel de transmissão solúvel em água (Mercur S.A. – Body Care, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil) em cada região de análise; (ii) posicionamento da sonda do tipo linear (5MHz) perpendicular ao sentido das fibras musculares, sem que a pele fosse pressionada; (iii) quando a qualidade da imagem foi considerada satisfatória, a mesma foi salva em disco rígido e as dimensões da espessura muscular foram obtidas através da distância entre a interface tecido adiposo subcutâneo/músculo e a interface músculo/osso (figura 6), de acordo com o protocolo utilizado por Abe et al. (2000).

Todas as análises foram realizadas no software *BodyView™*. Ao determinar as interfaces, o software fornece oito valores distribuídos ao longo da imagem. Esses valores são referentes à distância entre as interfaces em cada um desses pontos (Figura 7). O valor que corresponde a espessura muscular é obtido através do cálculo da média dos 8 pontos. Foram coletadas e analisadas três imagens de cada grupo muscular. Os valores reportados para cada um dos grupos musculares correspondem ao cálculo da média dessas três. Foi estipulado

um valor de concordância de 1 milímetro (mm) entre cada imagem, ou seja, os valores de espessura das três não podiam apresentar diferença maior que 1mm. As avaliações pós-intervenção foram realizadas 48-72 horas após a última sessão de treinamento para evitar que qualquer resquício de inchaço muscular interferisse nas medições da espessura muscular (Ogasawara et al., 2012). O CCI das análises de espessura muscular dos flexores do cotovelo, tríceps braquial, vasto lateral foi 0,998; 0,996 e 0,999, respectivamente. O CV para essas análises foi de 0,6; 0,4 e 0,6% respectivamente. O ETM foi de 0,42; 0,29 e 0,41mm, respectivamente, segundo dados do nosso laboratório.

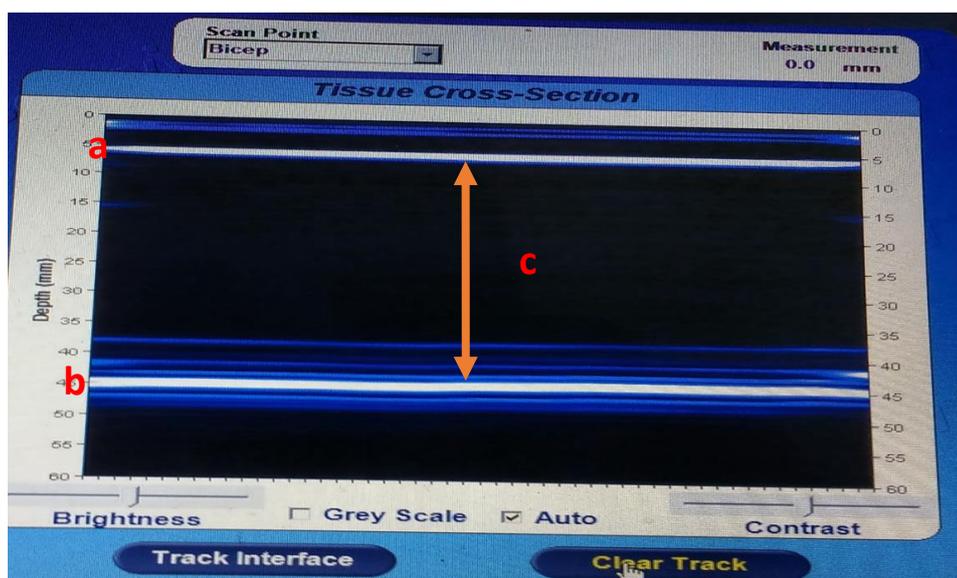


Figura 6 - Imagem do músculo bíceps braquial (a) interface tecido adiposo/músculo; (b) interface músculo/osso; (c) espessura muscular.

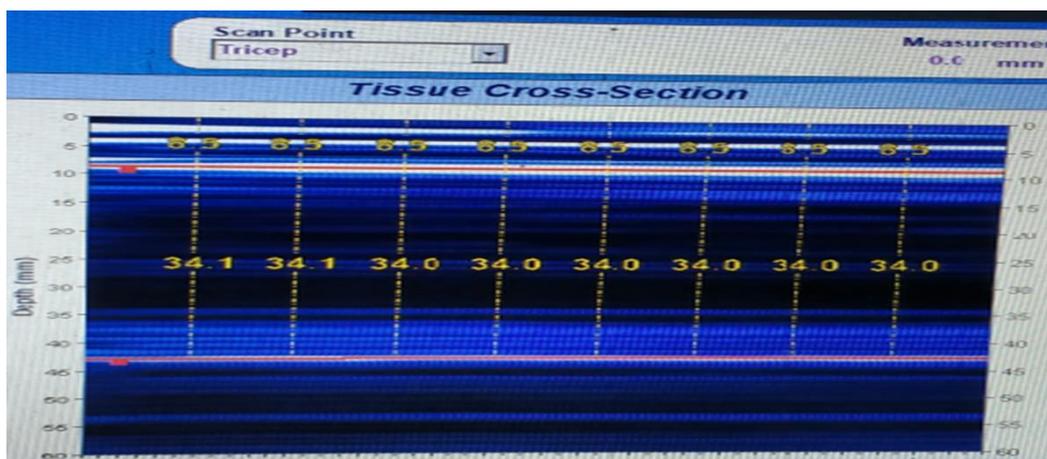


Figura 7 - Imagem da espessura do músculo tríceps braquial.

6.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas pelo teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Assumida a normalidade dos dados, utilizou-se estatística descritiva por meio da média e desvio padrão (DP) e testes inferenciais paramétricos. Para a comparação entre as médias das variáveis descritivas (Idade, Estatura, $1RM_{SUP}$, $1RM_{AGACH}$, EXP_{TF} e $FREQ_{SEMANAL}$), CTL_{TOTAL} e CIT_{TOTAL} empregou-se o teste t pareado. Uma ANOVA (2x3) de medidas repetidas com interação entre os fatores grupo (BA vs PLA) e semanas (1, 4 e 8) foi utilizada para comparação das variáveis do inquérito nutricional. Uma ANOVA (2x2) de medidas repetidas com interação entre os fatores grupo (BA vs PLA) e momento (pré- vs pós-intervenção) foi utilizada para comparação das variáveis dependentes: $1RM_{SUP}$, $1RM_{AGACH}$, $60\%1RM_{SUP}$, $60\%1RM_{AGACH}$, EM_{TB} , EM_{FC} e EM_{VL} . Uma ANOVA (2x8) de medidas repetidas, com interação entre os fatores grupo (BA vs PLA) e semana (1-8 semana), foi utilizada para comparação das variáveis dependentes CTL semanal e CIT semanal. As suposições de esfericidade foram avaliadas utilizando o teste de Mauchly. Quando a esfericidade foi violada ($p \leq 0,05$), o fator de correção de Greenhouse-Geisser foi aplicado.

Um *post hoc* de Bonferroni (com correção) foi utilizado para verificar as diferenças quando necessário. O tamanho do efeito das interações foi avaliado através do eta parcial elevado ao quadrado (η^2_p), onde $< 0,06$; $0,06-0,14$ e $>0,14$ correspondem a efeito pequeno, médio e grande, respectivamente (Thomas, Nelson E Silverman, 2012). A significância adotada para todos os testes inferenciais foi de 5%. Todas as análises foram realizadas no *software* SPSS versão 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Além disto, o significado prático (clínico) foi avaliado pelo cálculo do tamanho do efeito (TE) de Cohen (d). Os valores de $d < 0,2$, $0,2-0,6$, $0,6-1,2$, $1,2-2,0$ e $2,0-4,0$ foram considerados triviais, pequenos, moderados, grandes e muito grandes, respectivamente (Hopkins et al., 2009). As probabilidades também foram calculadas para determinar se as diferenças verdadeiras (desconhecidas) eram mais baixas, semelhantes ou maiores do que a MDD (Mínima Diferença Detectável). A MDD foi calculada de acordo com o princípio do TE de Cohen ($0,2$ multiplicado pelo DP entre sujeitos). As chances quantitativas de diferenças maiores ou menores foram qualitativamente avaliadas como segue: $<1\%$, quase certamente não; $1-5\%$, muito improvável; $5-25\%$, improvável; $25-75\%$, possivelmente; $75-95\%$, provavelmente; $95-99\%$, muito provavelmente; $> 99\%$, quase certo. Se as chances de ter valores mais altos ou mais baixos do que a menor diferença de MDD foi $> 5\%$, a verdadeira diferença foi considerada pouco clara. As análises dos dados foram realizadas em planilha específica modificada do *Microsoft Excel* descrita por Hopkins et al. (2009). Os gráficos/figuras foram formatados no *software* GraphPad Prism versão 6.0 (La Jolla, CA, USA).

7 RESULTADOS

Dos 20 sujeitos que iniciaram os procedimentos de suplementação e treinamento, um sujeito do grupo BA foi excluído das análises por apresentar frequência relativa de treino menor que 85%. Portanto, o grupo BA apresentou nove sujeitos, enquanto o grupo PLA apresentou dez.

7.1 Valores basais

Não foram encontradas diferenças significantes entre grupos nas seguintes variáveis: idade, estatura, massa corporal pré-intervenção, massa corporal pós-intervenção, força máxima relativa no exercício supino, força máxima relativa no exercício meio agachamento, experiência com o treinamento de força ($p>0,05$) (tabela 2). Foram encontradas diferenças significantes apenas na variável frequência semanal de treino pré-intervenção (tabela 2) ($p<0,05$).

Tabela 2 - Características da amostra do estudo (média \pm DP).

Grupos	Idade (anos)	Estatura (m)	MCpré (kg)	1RMrsup	1RMraga	EXP _{TF} (anos)	Freq _{semanal} (dias)
BLA (n=9)	26,1 \pm 5,5	1,78 \pm 0,1	81,2 \pm 6,0	1,31 \pm 0,06	1,32 \pm 0,19	5,9 \pm 4,7	5,0 \pm 0,0*
PLA (n=10)	28,5 \pm 5,5	1,77 \pm 0,1	86,9 \pm 11,1	1,27 \pm 0,15	1,35 \pm 0,15	6,1 \pm 3,3	4,6 \pm 0,5

BLA= grupo Beta Alanina (6,4g/dia); **PLA**= grupo Placebo (6,4g/dia); **MCpré** = massa corporal pré intervenção; **1RMrsup** = força máxima relativa ao peso corporal no exercício supino; **1RMraga** = força máxima relativa ao peso corporal no exercício meio agachamento; **Freq_{semanal}**= frequência semanal de treino pré-intervenção. *Significativamente diferente do grupo PLA ($p<0,05$).

Não foram observadas diferenças significantes entre grupos quanto ao total de cápsulas consumidas (873,3 \pm 44,9 vs 850,4 \pm 44,9, BA vs PLA, respectivamente) e

o total de sessões de treino realizadas ($30,6 \pm 1,1$ vs $30,6 \pm 1,7$, BA vs PLA, respectivamente) durante o período de intervenção ($p > 0,05$).

7.2 Inquérito nutricional

Não houve interação significativa entre momentos ($p > 0,05$) e grupo x momento ($p > 0,05$) em nenhuma das seguintes variáveis: consumo energético total; quantidade de cada macronutriente normalizada pela massa corporal; contribuição percentual de cada macronutriente em relação ao consumo energético total (tabela 4).

Tabela 4 - Consumo nutricional estimado para BLA e PLA (media \pm desvio padrão).*

Variáveis	BA (n=9)	Semana 1	Semana 8	PLA (n=10)	Semana 1	Semana 8
Total (Kcal)		2309,3 \pm 316,6	2336,1 \pm 284,6		2378,9 \pm 332,1	2425,4 \pm 347,2
Proteína						
g/kg ⁻¹		1,7 \pm 0,4	1,8 \pm 0,2		1,6 \pm 0,4	1,7 \pm 0,2
%		24,0 \pm 4,0	25,0 \pm 3,2		23,7 \pm 2,9	24,3 \pm 1,9
Carboidrato						
g/kg ⁻¹		4,3 \pm 0,8	4,3 \pm 0,9		4,1 \pm 0,7	4,1 \pm 0,8
%		59,6 \pm 4,7	58,5 \pm 4,0		60,1 \pm 6,1	59,1 \pm 4,2
Lipídios						
g/kg ⁻¹		0,5 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1		0,5 \pm 0,1	0,5 \pm 0,1
%		16,4 \pm 3,5	16,5 \pm 2,9		16,2 \pm 3,6	16,6 \pm 3,0

BA = Grupo Beta-alanina; PLA = Grupo Placebo; **Total (Kcal)** = consumo calórico total (média de 3 dias); g/kg⁻¹ = gramas por quilograma de massa corporal; % = percentual do consumo calórico total ($p > 0,05$).

7.3 Desempenho neuromuscular

7.3.1 Força máxima

Houve um efeito principal significativo para os momentos ($F_{1,17} = 40,062$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,702$), porém não para a interação grupo x momento ($F_{1,17} = 0,177$, $p = 0,679$, $\eta^2_p = 0,01$) para $1RM_{SUP}$. Ambos os grupos apresentaram aumentos significantes do momento pré para o momento pós-intervenção de 5,8kg (5,4%; $p=0,001$; $d=0,49$) e 6,6kg (6,0%; $p<0,001$; $d=0,57$), para BA e PLA, respectivamente (Tabela 5). A inferência prática baseada na magnitude do tamanho do efeito (MBI) entre grupos foi provavelmente trivial ($\Delta=14,2$; $d=0,20 \pm 0,45$; 13%/87%/0%) (figura 12). Houve um efeito principal significativo para os momentos ($F_{1,17} = 26.225$, $p < 0.001$, $\eta^2_p = 0.607$), mas não para a interação grupo x momento ($F_{1,17} < 0,001$, $p = 0.993$, $\eta^2_p < 0.001$) para $1RM_{AGACH}$. Ambos os grupos apresentaram aumentos significativos do momento pré para o momento pós-intervenção de 18,7kg (17,5%; $p=0,03$; $d=1,03$) e 18,6kg (17,1%; $p=0,002$; $d=1,11$) para BA e PLA, respectivamente (Tabela 5). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi muito provavelmente trivial ($\Delta=0,4$; $d=0,004 \pm 0,032$; 0%/100%/0%) (figura 12).

Tabela 5 - Resultados de força máxima e resistência de força pré vs pós intervenção nos grupos BA e PLA (média \pm desvio padrão).

	Variáveis	Pré	Pós	$\Delta\%$	p	d ($\pm 90\%$ IC) classificação	Análise qualitativa	Chances (%)
BA (n=9)	1RM _{SUP} (kg)	106,7 \pm 11,8	112,4 \pm 11,7*	5,4	0.001	0.49 (± 0.25) <i>pequeno</i>	Possivelmente	46/54/0
	1RM _{AGACH} (kg)	106,4 \pm 15,2	125,1 \pm 20,7*	17,5	0.003	1.03 (± 0.44) <i>moderado</i>	Muito provavelmente	96/4/0
	60%1RM _{SUP} (rep)	16,8 \pm 2,5	18,4 \pm 2,5*	9,9	0.035	0.67 (± 0.53) <i>moderado</i>	Possivelmente	71/29/0
	60%1RM _{AGACH} (rep)	19,1 \pm 5,2	22,0 \pm 4,4*	15,1	0.036	0.60 (± 0.47) <i>pequeno</i>	Possivelmente	64/36/0
PLA (n=10)	1RM _{SUP} (kg)	109,8 \pm 12,7	116,4 \pm 10,6*	6,0	<0.001	0.57 (± 0.25) <i>pequeno</i>	Possivelmente	73/27/0
	1RM _{AGACH} (kg)	108,6 \pm 11,8	127,2 \pm 20,7*	17,1	0.002	1,11 (± 0.40) <i>moderado</i>	Muito provavelmente	95/5/0
	60%1RM _{SUP} (rep)	15,1 \pm 1,7	17,2 \pm 1,5*	13,9	0.007	1.28 (± 0.69) <i>grande</i>	Muito provavelmente	96/4/0
	60%1RM _{AGACH} (rep)	19,1 \pm 7,8	22,7 \pm 6,0*	18,8	0.008	0,52 (± 0.62) <i>moderado</i>	Possivelmente	54/46/0

BA = grupo Beta Alanina; **PLA** = grupo Placebo; **1RM_{SUP}** = teste de uma repetição máxima no exercício supino reto; **1RM_{AGACH}** = teste de uma repetição máxima no exercício meio agachamento; **60%1RM_{SUP}** = teste de 60% de 1RM no exercício supino reto; **60%1RM_{AGACH}** = teste de 60% de 1RM no exercício meio agachamento; **kg** = kilogramas; **rep** = repetições **d** = Tamanho do efeito; **IC** = Intervalo de Confiança; **Chances** = percentual de haver melhor/similar/pior chance. *Significativamente maior que o correspondente valor pré intervenção ($p < 0,05$)

7.3.2 Resistência de força

Um efeito principal significativa para os momentos ($F_{1,17} = 14.122$, $p = 0.002$, $\eta^2_p = 0.454$), porém não para a interação grupo x momento ($F_{1,17} = 0.187$, p

= 0.671, $\eta^2_p = 0.011$) foi observado para 60%1RM_{SUP}. Ambos os grupos apresentaram aumentos significantes do momento pré para o momento pós-intervenção de 1,7 repetições (9,9%; $p=0,035$; $d=0,67$) e 2,1 repetições (13,9%; $p=0,007$; $d=1,28$), para BA e PLA, respectivamente (Tabela 5). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi muito provavelmente trivial ($\Delta=26$; $d=0,20\pm 0,26$; 3%/97%/0%) (figura 12). Houve um efeito principal significativo para os momentos ($F_{1,17} = 13.711$, $p = 0.002$, $\eta^2_p = 0.446$) porém não para a interação grupo x momento ($F_{1,17} = 0.165$, $p = 0.690$, $\eta^2_p = 0.010$) para 60%1RM_{AGACH}. Ambos os grupos apresentaram aumentos significantes do momento pré para o momento pós-intervenção de 2,9 repetições (15,1%; $p=0,036$; $d=0,60$) e 3,6 repetições (18,8%; $p=0,008$; $d=0,52$) para BA e PLA, respectivamente (Tabela 5). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi pouco clara ($\Delta=24,6$; $d=0,19\pm 1,2$; 33%/52%/15%) (figura 12).

7.4 Espessura muscular

7.4.1 Espessura muscular dos flexores do cotovelo

Um efeito principal significativo nos momentos ($F_{1,17} = 11.807$, $p = 0.003$, $\eta^2_p = 0.410$), porém não para a interação grupo x momento ($F_{1,18} = 0.216$, $p = 0.648$, $\eta^2_p = 0.013$) foi observado para EM_{FC}. Um aumento significativo foi observado no PLA (2,8mm: 6,7%; $p= 0,003$; $d=0,37$), porém não no BA (2,2mm: 4,8%; $p= 0,056$; $d=0,47$) do momento pré para o momento pós-intervenção (tabela 6). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi provavelmente trivial ($\Delta=32$; $d=0,22;\pm 0,59$; 21%/77%/2%) (figura 12).

7.4.2 Espessura do músculo tríceps braquial

Um efeito principal significativo para os momentos ($F_{1,17} = 13.011$, $p=0.002$, $\eta^2_p = 0.434$), porém não para a interação grupo x momento ($F_{1,17} = 1.253$, $p = 0.279$, $\eta^2_p = 0.069$) foi observado para EM_{ТВ}. Um aumento significativo foi observado no PLA (3,0mm: 7,8%; $p=0,011$; $d=0.66$), porém não para BA (1.6mm: 4,0%; $p=0,105$; $d=0,30$) do momento pré para o momento pós-intervenção (tabela 6). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi pouco clara ($\Delta=96$; $d=0,53\pm 2,4$; 51%/26%/23%) (figura 12).

7.4.3 Espessura do músculo vasto lateral

Uma interação significativa entre momentos ($F_{1,17} = 19.899$, $p<0.001$, $\eta^2_p = 0.539$), porém não para a interação grupo x momento ($F_{1,17} = 1.073$, $p = 0.315$, $\eta^2_p = 0.059$) foi observada para EM_{VL}. Um aumento significativo foi observado tanto para PLA (4,3mm: 9,3%; $p=0,001$; $d=0.46$) como para BA (2,7mm: 5,9%; $p=0,03$; $d=0.43$) do momento pré para o momento pós-intervenção (tabela 6). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi pouco clara ($\Delta=61,4$; $d=0,24\pm 1,2$; 50%/42%/8%) (figura 12).

Tabela 6 - Resultados de morfologia muscular pré vs pós intervenção nos grupos BA e PLA (média \pm desvio padrão)

	Variáveis	Pré	Pós	$\Delta\%$	p	d ($\pm 90\%$ IC) <i>classificação</i>	Qualitative Assessment	Chances (%)
BA (n=9)	EM _{TB} (mm)	39,7 \pm 5,4	41,3 \pm 5,1	4,0	0.105	0.30 (± 0.23) <i>pequeno</i>	Possivelmente	37/63/0
	EM _{FC} (mm)	44,7 \pm 4,5	46,9 \pm 5,4	4,8	0.056	0.47 (± 0.21) <i>pequeno</i>	Possivelmente	14/86/0
	EM _{VL} (mm)	45,5 \pm 6,3	48,2 \pm 6,0*	5,9	0.03	0,43 (± 0.44) <i>pequeno</i>	Muito provavelmente	6/94/0
PLA (n=10)	EM _{TB} (mm)	39,1 \pm 5,1	42,1 \pm 4,1*	7,8	0.011	0.66 (± 0.23) <i>moderado</i>	Possivelmente	16/84/0
	EM _{FC} (mm)	42,2 \pm 8,6	45,0 \pm 6,8*	6,7	0.003	0.37 (± 0.17) <i>pequeno</i>	Possivelmente	80/20/0
	EM _{VL} (mm)	46,5 \pm 10,0	50,8 \pm 8,7*	9.3	0.001	0.46 (± 0.42) <i>pequeno</i>	Possivelmente	36/64/0

BA = grupo Beta-Alanina; **PLA** = grupo Placebo; **EM_{TB}** = espessura muscular do músculo tríceps braquial; **EM_{EF}** = espessura muscular dos músculos flexores do; **EM_{VL}** = espessura muscular do músculo vasto lateral; **mm** = milímetros; **d** = Tamanho do efeito; **IC** = intervalo de confiança; **Chances** = percentual de haver melhor/similar/pior chance. *Significativamente maior que o correspondente valor pré-intervenção ($p < 0,05$).

7.5 Carga total levantada

Foi observado um efeito principal significativo para a interação entre semanas ($F_{1.341,22.793} = 21,659$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,560$) mas não para a interação grupo x semanas ($F_{1.341,22.793} = 21,659$; $p = 0,072$; $\eta^2_p = 0,560$). Para o grupo BA, foram observadas diferenças significantes entre as semanas 1 vs 7 (5535 kgf; $p =$

0,021; $\Delta=11,9$; $d= 0,71$); 1 vs 8 (6309 kgf; $p=0,06$; $\Delta= 13,6$; $d= 0,82$); 2 vs 5 (3721 kgf; $p=0,045$; $\Delta= 8,0$; $d= 0,48$); 2 vs 6 (4479 kgf; $p= 0,013$; $\Delta= 9,6$; $d= 0,59$); 2 vs 7 (5539 kgf; $p=0,002$; $\Delta= 11,5$; $d= 0,69$); 2 vs 8 (6133 kgf; $p=0,001$; $\Delta= 13,1$; $d= 0,81$) ; 3 vs 4 (1110 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 3,7$; $d= 0,34$) ; 3 vs 5 (2793 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 5,9$; $d=0,38$) ; 3 vs 6 (3551 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 7,5$; $d= 0,48$); 3 vs 7 (4431 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 9,3$; $d= 0,59$) ; 3 vs 8 (5205 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 10,9$; $d= 0,71$); 4 vs 5 (1185 kgf; $p=<0,001$; $\Delta= 2,4$; $d= 0,16$); 4 vs 6 (1944 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 3,9$; $d= 0,25$); 4 vs 7 (2823 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 5,7$; $d= 0,38$) ; 4 vs 8 (3598 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 7,3$; $d= 0,50$) ; 5 vs 6 (758 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 1,5$; $d= 0,10$) ; 5 vs 7 (1637 kgf; $p=<0,001$; $\Delta= 3,2$; $d= 0,22$); 5 vs 8 (2412 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 4,7$; $d= 0,34$); 6 vs 7 (880 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 1,7$; $d= 0,12$) 6 vs 8 (1654 kgf; $p<0,001$; $\Delta= 1,4$; $d= 0,24$); 7 vs 8 (775 kgf; $p=0,013$; $\Delta= 1,4$; $d= 0,10$) (figura 8). No grupo PLA, foram observadas diferenças significantes entre as semanas 3 vs 7 (1428 kgf; $p=0,016$; $\Delta=3,0$; $d= 0,26$) 4 vs 7 (1137 kgf; $p=0,022$; $\Delta= 2,3$; $d= 0,15$); 4 vs 8 (1235 kgf; $p=0,039$; $\Delta= 2,5$; $d= 0,16$) 5 vs 6 (533 kgf; $p= 0,013$; $\Delta= 1,1$; $d= 0,07$); 5 vs 7 (899 kgf; $p=0,001$; $\Delta= 1,8$; $d= 0,12$); 5 vs 8 (997 kgf; $p=0,002$; $\Delta= 2,0$; $d= 0,13$) (figura 8).

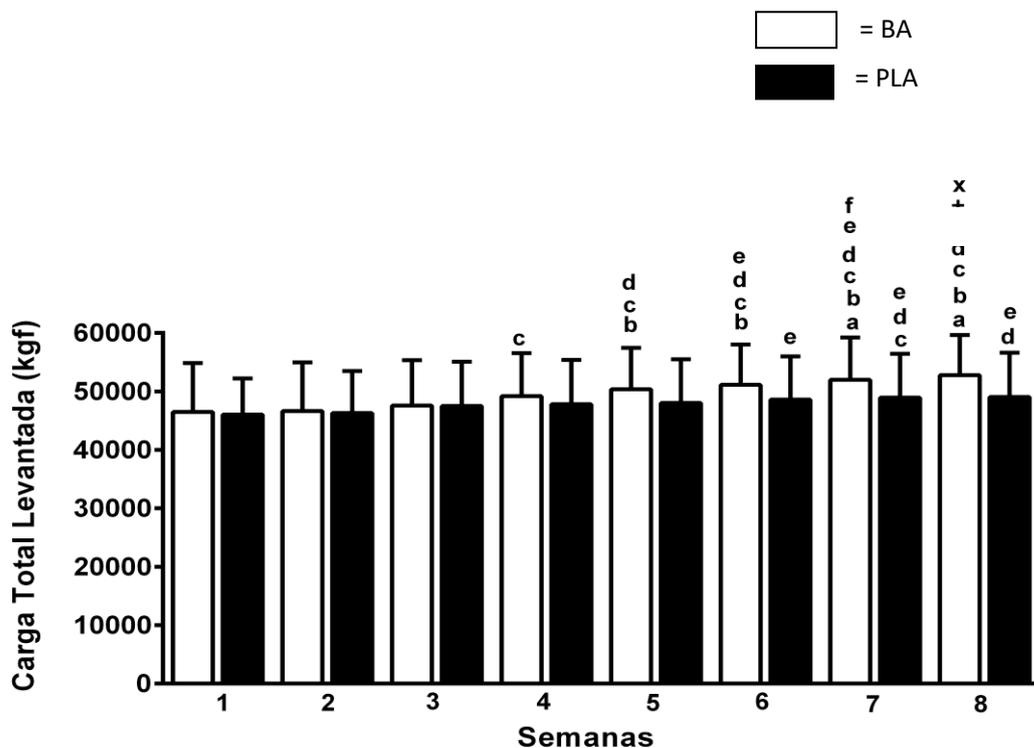


Figura 8 - Média e desvio padrão da Carga Total Levantada em cada semana. **BA** = grupo beta alanina; **PLA** = grupo placebo. **kgf**= quilograma força. **a** = maior que a semana 1 ; **b** = maior que a semana 2; **c** = maior que a semana 3; **d** = maior que a semana 4 ; **e** = maior que a semana 5; **f**= maior que a semana 6; **g** = maior que a semana 7 ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças significantes entre grupos na CTL das oito semanas ($p = 0,609$) (figura 9). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi pouco clara ($\Delta = 3,6$; $d = 0,24 \pm 0,8$; 7%/64%/29%) (figura 12).

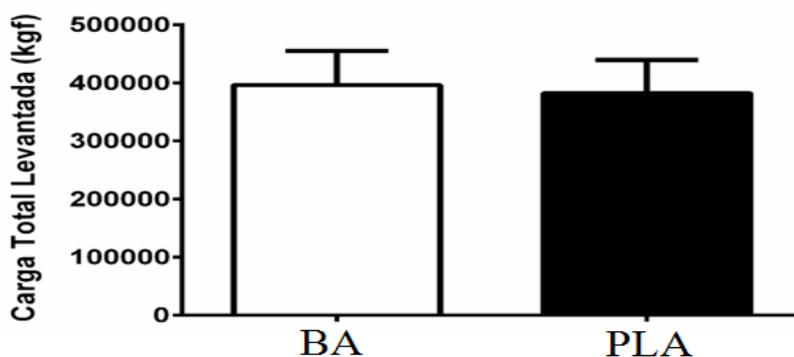


Figura 9 - Média e desvio padrão da soma da carga total levantada durante o período de intervenção (semanas 1 a 8). **BA** = grupo beta alanina; **PLA** = grupo placebo. **Kgf**= quilograma força ($p > 0,05$).

7.6 Carga interna de treino (CIT)

Foi observado um efeito principal significativo para a interação entre semanas ($F_{1.341,29.188} = 44,375$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,723$) mas não para a interação grupo x semanas ($F_{1.341,29.188} = 3,102$; $p = 0,067$; $\eta^2_p = 0,154$).

Para o grupo BA, foram observadas diferenças significantes entre as semanas 1 vs 6 (2771 u.a.; $p = 0,028$; $\Delta = 9,6$; $d = 1,0$); 1 vs 7 (3430 u.a.; $p = 0,002$; $\Delta = 11,9$; $d = 1,3$); 1 vs 8 (4001 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 13,9$; $d = 1,5$); 2 vs 5 (1996 u.a.; $p = 0,018$; $\Delta = 6,9$; $d = 0,7$); 2 vs 6 (2849 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 9,9$; $d = 1,0$); 2 vs 7 (3509 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 12,2$; $d = 1,3$); 2 vs 8 (4079 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 14,2$; $d = 1,6$); 3 vs 4 (1249 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 4,4$; $d = 0,4$); 3 vs 5 (2150 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 7,5$; $d = 0,7$); 3 vs 6 (3002 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 10,5$; $d = 1,1$); 3 vs 7 (3662 u.a.; $p < 0,05$; $\Delta = 12,8$; $d = 1,4$); 3 vs 8 (4232 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 14,8$; $d = 1,6$); 4 vs 5 (1249 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 3,0$; $d = 0,3$); 4 vs 6 (1753 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 5,9$; $d = 0,6$); 4 vs 7 (2413 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 8,1$; $d = 0,9$); 4 vs 8 (2983 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 10,0$; $d = 1,1$); 5 vs 6 (852 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 2,8$; $d = 0,3$); 5 vs 7 (1512 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 4,9$; $d = 0,6$); 5 vs 8 (2082 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 6,8$; $d = 0,8$); 6 vs 7 (659 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 2,1$; $d = 0,3$); 6 vs 8 (1229 u.a.; $p = 0,004$; $\Delta = 3,9$; $d = 0,5$); 7 vs 8 (570 u.a.; $p = 0,007$; $\Delta = 1,8$; $d = 0,2$) (figura 10).

Para o grupo PLA, foram observadas diferenças significantes entre as semanas 1 vs 7 (2531 u.a.; $p = 0,022$; $\Delta = 8,3$; $d = 0,65$); 1 vs 8 (2852 u.a.; $p = 0,006$; $\Delta = 9,4$; $d = 0,76$); 2 vs 6 (1659 u.a.; $p = 0,036$; $\Delta = 5,4$; $d = 0,43$); 2 vs 7 (2165 u.a.; $p = 0,001$; $\Delta = 7,0$; $d = 0,65$); 2 vs 8 (2486 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 8,1$; $d = 0,68$); 3 vs 4 (402 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 1,3$; $d = 0,10$); 3 vs 5 (936 u.a.; $p < 0,001$; $\Delta = 3,0$; $d = 0,24$); 3 vs 6

(1314 u.a.; $p<0,001$; $\Delta= 4,2$; $d=0,34$); 3 vs 7 (1820 u.a.; $p<0,001$; $\Delta=5,8$; $d=0,48$); 3 vs 8 (2141 u.a.; $p<0,001$; $\Delta= 6,9$; $d=0,59$); 4 vs 5 (534 u.a.; $p<0,001$; $\Delta=1,7$; $d=0,14$); 4 vs 6 (912 u.a.; $p<0,001$; $\Delta=2,9$; $d=0,24$); 4 vs 7 (1417 u.a.; $p<0,001$; $\Delta= 4,5$; $d=0,38$); 4 vs 8 (1739 u.a.; $p<0,001$; $\Delta=5,5$; $d=0,48$); 5 vs 7 (883 u.a.; $p=0,002$; $\Delta=2,7$; $d=0,24$); 5 vs 8 (1204 u.a.; $p<0,003$; $\Delta=3,7$; $d=0,34$); 6 vs 7 (505 u.a.; $p=0,002$; $\Delta=1,5$; $d= 0,14$); 6 vs 8 (826 u.a.; $p=0,005$; $\Delta=2,5$; $d=0,24$) (figura 10).

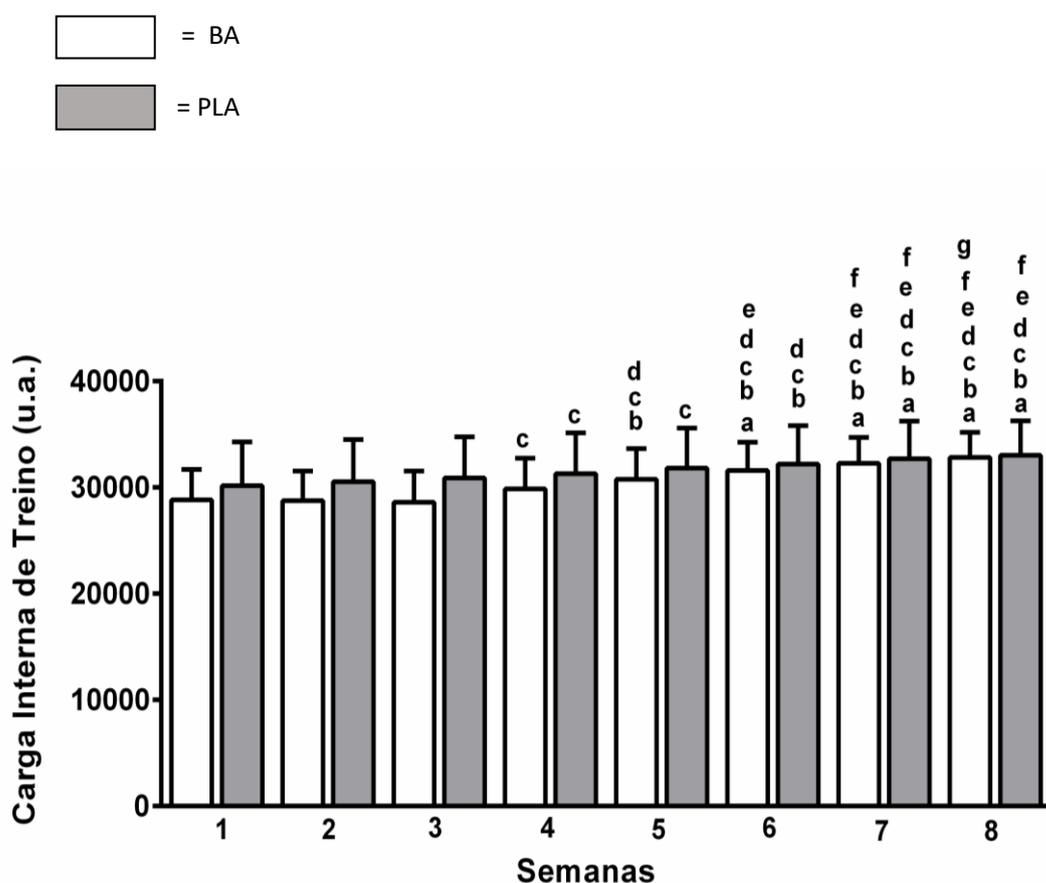


Figura 10. Média e desvio padrão da CIT em cada semana. **BA** = grupo beta alanina; **PLA** = grupo placebo. **u.a.**= unidades arbitrárias. **a** = maior que a semana 1 ; **b** = maior que a semana 2; **c** = maior que a semana 3; **d** = maior que a semana 4 ; **e** = maior que a semana 5; **f**= maior que a semana 6; **g** = maior que a semana 7 ($p<0,05$).

Não foram observadas diferenças significantes entre grupos para a CIT das 8 semanas ($p=0,453$) (figura 11). A inferência prática baseada na MBI entre grupos foi possivelmente trivial ($\Delta=3,7$; $d=0,36\pm 0,82$; 39%/57%/4%) (figura 12).

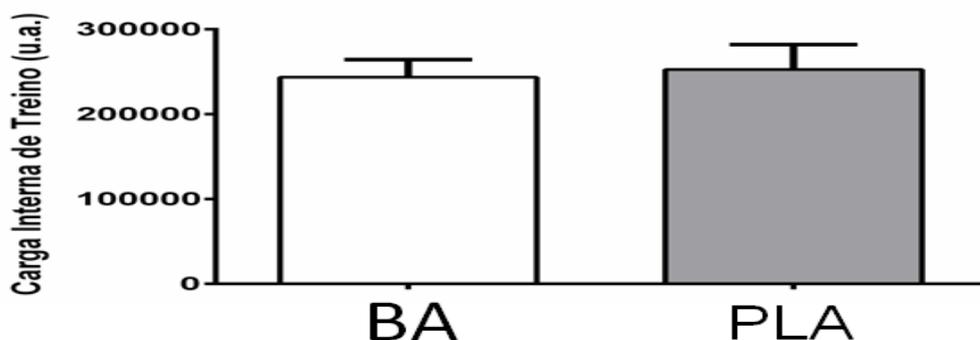


Figura 11 - Média e desvio padrão da soma da carga interna de treino durante o período de intervenção (semanas 1 a 8). **BA** = grupo beta alanina; **PLA** = grupo placebo. **u.a.**= unidades arbitrárias ($p<0,05$).

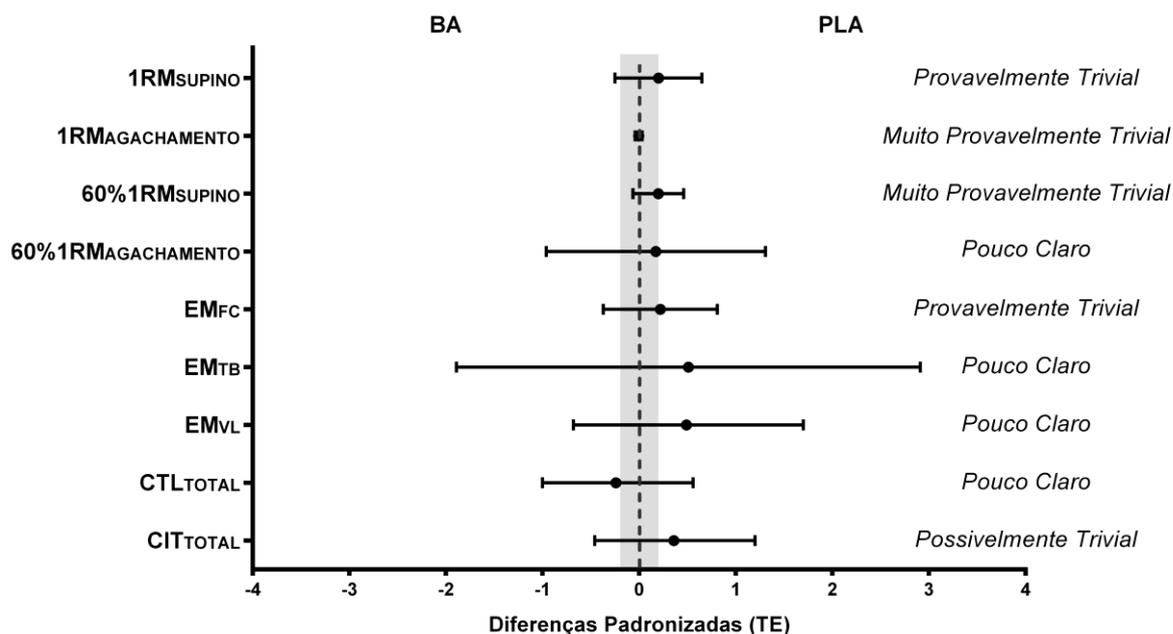


Figura 12. Inferências baseadas no tamanho do efeito entre grupos nas variáveis **1RM_{SUPINO}** (força máxima no exercício supino reto); **1RM_{AGACH}** (força máxima no exercício meio agachamento); **60%1RM_{SUPINO}** (resistência de força no exercício supino reto); **60%1RM_{AGACHAMENTO}** (resistência de força no exercício meio agachamento); **EM_{FC}** (espessura muscular dos flexores do cotovelo); **EM_{TB}** (espessura muscular do tríceps braquial); **EM_{VL}** (espessura muscular do vasto lateral); **CTL_{TOTAL}** (carga total levantada nas oito semanas de intervenção); **CIT_{TOTAL}** (carga interna de treinamento das oito semanas de intervenção). **BA** = grupo beta alanina; **PLA** = grupo placebo. (barras indicam incerteza nas mudanças médias verdadeiras com 90% de intervalo de confiança). Área trivial (delimitada em cinza) representa a mínima diferença detectável (MMD) (ver metodologia).

8 . DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar cronicamente o efeito da suplementação de beta-alanina na *performance* neuromuscular e morfologia muscular de sujeitos treinados em força. Para nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que analisou possíveis adaptações morfológicas advindas da suplementação de beta-alanina. Além disso, a análise temporal da CTL e CIT possibilitou quantificar e comparar as alterações no acúmulo de carga externa e interna ao longo das oito semanas de intervenção. Nossas hipóteses iniciais eram que: (i) os dois grupos experimentais obteriam ganhos substanciais no teste de 1RM, entretanto, sem diferença entre os mesmos; (ii) o grupo suplementado apresentaria ganhos significantes no teste de 60%1RM quando comparado ao placebo; (iii) o grupo BA apresentaria incrementos significativamente maiores na CTL, CIT e espessura muscular em comparação ao grupo PLA.

Com relação aos ganhos de força no teste de 1RM, ambos os grupos apresentaram ganhos substanciais entre os momentos pré e pós-intervenção e nenhuma diferença significativa foi observada entre grupos. Para o 1RM no exercício supino reto, os incrementos obtidos pelos grupos BA e PLA foram percentualmente muito próximos (5,4% vs 6,0%, respectivamente) e ambos de tamanho do efeito considerado *pequeno* (0,49 vs 0,57 respectivamente). Para o 1RM no exercício meio-agachamento, os incrementos percentuais obtidos pelos grupos BA e PLA também foram muito próximos (17,5% vs 17,1%, respectivamente) e o tamanho do efeito foi *moderado* para ambos (1,03 vs 1,11, respectivamente).

Os resultados observados nos testes de 1RM corroboram a hipótese inicial, uma vez que ambos os grupos apresentaram incrementos similares nessa variável. Estes resultados concordam com os achados de Outlaw et al. (2014), Kendrick et al. (2008), e Hoffman et al.(2008).

Outlaw et al. (2014) observaram diferenças significantes entre momentos, mas não entre grupos que receberam 3,4g/dia de beta-alanina ou maltodextrina por 8 semanas. Foram reportados ganhos percentuais distintos no 1RM do exercício supino reto para os grupos BA e PLA (9,4% vs 15,6%, respectivamente) e no exercício *leg press* (39,3% vs 34,4%, respectivamente). Os valores do tamanho do efeito, entretanto, não foram reportados.

Igualmente, Kendrick et al. (2008) observaram ganhos de força substanciais entre momentos, mas sem diferenças significantes entre os grupos BA e PLA (19,6% vs 17,4%, respectivamente) quando somado os valores de 1RM nos exercícios agachamento, supino reto e levantamento terra.

Hoffman et al.(2008), por sua vez, verificaram ganhos percentuais de 3,4% e 2,3 % para os grupos BA e PLA, respectivamente, no teste de 1RM no agachamento, sem diferenças significantes entre os mesmos.

A ausência de efeitos da suplementação de beta-alanina na força máxima pode ser justificada pelo fato da mesma ser uma capacidade física de caráter neural, não sofrendo, assim, influência de ocasional redução do pH muscular.

Em relação aos testes de 60%1RM, ambos os grupos apresentaram ganhos significantes entre os momentos pré e pós-intervenção. Nenhuma diferença significativa foi observada entre grupos. No exercício supino reto os

aumentos percentuais foram de 9,9% vs 13,9%, e o tamanho do efeito de 0,67 (*moderado*) vs 1,28 (*grande*) para os grupos BA e PLA, respectivamente. No exercício meio-agachamento os aumentos percentuais foram de 15,1% vs 18,8% e o tamanho do efeito de 0,60 (*moderado*) vs 0,52 (*pequeno*) para os grupos BA e PLA, respectivamente. Tais resultados refutam a hipótese inicial, na qual esperávamos que, devido ao desempenho nos testes de resistência de força ser fortemente influenciado pelo controle da acidose intramuscular (Saunders et al., 2017), com durações médias de 60,2 segundos em nosso estudo, o grupo que recebeu a suplementação de beta-alanina apresentasse resultados significantes em relação ao grupo placebo. Nossos resultados foram corroborados Kendrick et al. (2008), Outlaw et al. (2014), Derave et al. (2007) e Sanches e Terrados (2009).

Kendrick et al. (2008) relataram não haver efeitos da suplementação na resistência de força após 10 semanas. Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos, com ganhos percentuais de 35,6% vs 30,59% entre os grupos BA e PLA, respectivamente. Entretanto, diferente do presente estudo, Kendrick et al. (2008) utilizaram teste de flexão de cotovelos em aparelho isocinético.

Outlaw et al. (2014) verificaram respostas distintas no teste de 65% 1RM entre membros superiores e inferiores. No exercício *leg press*, o grupo que recebeu a suplementação de beta-alanina apresentou aumentos percentuais mais significantes em relação ao grupo placebo (+4,5% vs -17,1%, respectivamente). Já no exercício supino reto, embora ambos os grupos tenham apresentado respostas significantes entre momentos, não foram observadas diferenças entre os grupos, com aumentos percentuais de 18,6% vs 24,5%, respectivamente. É

relevante ressaltar, entretanto, que diferentemente de nosso estudo, Outlaw et al. (2014) utilizaram mulheres sem experiência com o treinamento de força, fator este que pode ter exercido alguma interferência nos resultados de membros inferiores, já que mulheres parecem ser mais suscetíveis a aumentos no conteúdo de carnosina muscular (Glenn et al., 2016)

Sanches e Terrados (2009) constataram que a suplementação não trouxe incrementos significantes na resistência de força (50%1RM) de membros superiores (supino reto). Entretanto, a dose, duração e sujeitos utilizados (4 semanas; 5,4g/dia; judocas amadores) diferiram do presente estudo.

Diferindo dos achados do presente estudo, Sale et al.(2012) constataram efeitos significantes decorrentes da suplementação de beta –alanina na resistência de força. As principais divergências entre os estudos parecem residir no tamanho da amostra e no teste utilizado para mensurar a capacidade física. Enquanto no presente estudo 19 homens treinados em força foram analisados por meio do teste de 60% de 1RM no exercício *leg press*, no estudo de Sale et al.(2012) 13 homens fisicamente ativos (sem maiores especificações) foram submetidos a teste de 45% da contração voluntária isométrica máxima na extensão de joelhos. Curiosamente, o referido estudo evidenciou adaptações positivas mesmo utilizando doses totais menores de beta-alanina quando comparado a nosso trabalho (179 gramas vs 358 gramas, respectivamente).

Quanto ao comportamento das cargas de treino, os resultados refutam as hipóteses iniciais. A suplementação de beta-alanina não se mostrou uma estratégia eficiente em promover aumentos na CTL e na CIT por 8 semanas. Entretanto, é importante ressaltar que, em comparação a primeira semana de

intervenção, o grupo suplementado apresentou incrementos significantes mais precoces quando comparado ao grupo placebo na CTL (semana 7; +12,0%; $d=0,71$) e na CIT (semana 6; +9,6%; $d=1,0$). Hoffman et al. (2006) verificaram aumentos significantes na CTL de homens treinados em força nos exercícios agachamento e supino reto. É de grande relevância ressaltar que os dados de CTL do presente estudo são relatados através da somatória de todos os exercícios realizados ao longo das semanas de intervenção. Os diferentes resultados observados entre nosso trabalho e o de Hoffman et al.(2006) podem ser justificados pela duração de cada intervenção (8 vs 10 semanas, respectivamente), tamanho das amostras ($n=19$ vs $n=33$, respectivamente) protocolo de treinamento adotado e nível de força, informação essa não descrita pelos autores. Outro fator a ser observado no estudo de Hoffman et al.(2006) é que a suplementação de beta-alanina foi realizada concomitantemente à administração de 10,5g/dia de creatina.

Incrementos da carga total levantada frente à suplementação de beta-alanina foram novamente relatados por Hoffman et al.(2008). Em um estudo cruzado, os autores verificaram que o grupo suplementado apresentou aumentos percentuais significantes na CTL em relação ao grupo não-suplementado (26,8% vs 1,9%, respectivamente), mesmo adotando dosagem (4,8g/dia) e duração (4 semanas) menores que o presente estudo. Entretanto, se faz necessário ressaltar o curto tempo de *wash-out* (4 semanas) adotado entre as condições (com vs sem suplementação) não permitindo, portanto, que os níveis de carnosina muscular retornassem totalmente aos valores pré-intervenção (Stellingwerff ,2011).

A atenuação da fadiga decorrente do aumento da carnosina muscular tem sido bem documentada pelos estudos que utilizaram a suplementação de beta-alanina (Hoffman, 2008; Saunders, 2017; Culbertson, 2010; Derave, 2007). Para nosso conhecimento, o presente estudo é pioneiro em analisar o comportamento da carga interna de treinamento frente à suplementação. Para tal, utilizou-se a PSE, coletada ao final de cada sessão, multiplicada pelo tempo total de tensão. O principal objetivo desta análise foi mensurar a intensidade experimentada pelos sujeitos em cada sessão de treinamento. Nossa hipótese inicial era de que o aumento da carnosina muscular experimentado pelo grupo suplementado conferiria ao mesmo maior capacidade em incrementar a sobrecarga externa e/ou realizar um maior número de repetições (CTL), conseqüentemente, promovendo aumentos significantes na CIT. Nossos achados, entretanto, não confirmaram tal hipótese. A suplementação de beta-alanina parece não exercer influência na CIT, após 8 semanas de intervenção.

A hipertrofia muscular pode ser definida como uma adaptação morfológica regional crônica decorrente do aumento da síntese proteica muscular induzida pelo treinamento de força (Schoenfeld,2015). O comportamento da massa corporal magra em decorrência da suplementação de beta-alanina é uma das variáveis dependentes de maior interesse por parte da literatura, apresentando, entretanto, resultados divergentes (Glenn et al., 2016; Kresta et al.,2014; Outlaw et al.,2014; McCormak et al.,2013; Kendrick et al.,2008). Porém, possíveis adaptações locais resultantes de protocolo crônico de suplementação ainda não foram investigadas. Portanto, para nosso conhecimento, nosso trabalho foi o primeiro a investigar os efeitos do uso de beta-alanina na morfologia muscular (hipertrofia). Para tal, a ultrassonografia foi utilizada na análise da

espessura dos músculos tríceps braquial, flexores do cotovelo e vasto lateral. A hipótese inicial levantada era de que, em decorrência dos maiores incrementos de carga (CTL e CIT) experimentados pelo grupo suplementado, o mesmo apresentaria maiores adaptações hipertróficas em comparação ao grupo placebo. Para a espessura do músculo tríceps braquial, os grupos BA e PLA apresentaram aumentos percentuais de 4,0% e 7,8%, com tamanho do efeito de 0,30 e 0,66, respectivamente. Para a espessura dos músculos flexores do cotovelo, os grupos BA e PLA apresentaram aumentos percentuais de 4,8% e 6,7%, com tamanho do efeito de 0,47 e 0,37, respectivamente. Para a espessura do músculo vasto lateral, os grupos BA e PLA apresentaram aumentos percentuais de 5,9% e 9,3%, com tamanho do efeito de 0,43 e 0,46, respectivamente. Embora nenhuma diferença significativa tenha sido detectada em nenhum dos momentos (pré e pós intervenção) entre os grupos (BA e PLA), apenas o grupo não suplementado, interessante, apresentou incrementos significantes na espessura dos músculos tríceps braquial e flexores do cotovelo na comparação entre momentos. Para o músculo vasto lateral, incrementos significantes entre momentos foram observados em ambos os grupos. Uma possível explicação para tal fenômeno seria a de que a suplementação de beta-alanina, através do aumento da carnosina muscular, tenha reduzido o stress metabólico induzido pelo treinamento de força, fator este descrito como importante influenciador na promoção da síntese proteica muscular e, conseqüentemente, na hipertrofia (Schoenfeld et al., 2015; Goto et al., 2005; de Freitas et al., 2017). Além disso, possíveis falhas no cegamento dos participantes não devem ser descartadas. Cabe nesse contexto, portanto, descrever resumidamente os aspectos gerais do efeito placebo, visando uma maior compreensão desse fenômeno.

O efeito placebo se refere a um resultado terapêutico decorrente da administração do placebo (substância inerte, sem qualquer propriedade farmacológica intrínseca) sendo sua efetividade dependente de aprendizagem e fatores cognitivos que acompanham sua administração. Tal efeito parece ser consequência de uma interação entre o organismo e o ambiente (Benedetti et al., 2013). Parece não haver apenas um fator neurobiológico ou psicobiológico que explique o fenômeno do placebo. Baseado em estudos com pacientes portadores de Parkinson, tem sido hipotetizado que a sensação de recompensa (melhora do quadro clínico) pode exercer papel importante no efeito placebo, sendo potencializado por possíveis sugestões verbais (de la Fuente-Fernandez et al., 2004). Portanto, é sugerido que a responsividade ao placebo depende da eficiência do sistema de recompensa e isso explica, em partes, porque alguns indivíduos respondem ao placebo e outros não. Aqueles que possuem um sistema dopaminérgico de recompensa mais eficiente tendem a ser mais placebo-responsivos (Scott et al., 2007). Grande parte dos estudos comportamentais sobre efeito placebo procura averiguar a analgesia placebo, sendo essa a redução de sintomas de dor de um indivíduo exposto à administração de substância inerte somado com eventos ambientais que geram no indivíduo a expectativa de redução da dor. Benedetti et al. (2007) demonstraram que o condicionamento farmacológico com morfina induziu uma resposta analgésica significativa quando a mesma foi substituída por um placebo. Sem prévia utilização da morfina, o placebo, por si só, induziu pequeno, porém significativo, aumento na tolerância à dor.

Em nosso trabalho, durante a realização das coletas e entrevistas pós-intervenção, seis sujeitos relataram sensações de parestesia nas extremidades.

Curiosamente, desses, quatro pertenciam ao grupo suplementado com beta-alanina e dois ao grupo suplementado com maltodextrina (placebo). Tal comportamento também foi relatado nos achados de Millions et al.(2017). O efeito nocebo (inverso ao placebo) ocorre quando um “falso” tratamento acarreta em efeitos indesejados. A sugestão negativa ou o efeito nocebo ocorre sempre que existirem expectativas negativas, que são frequentemente provocadas quando os profissionais responsáveis descrevem possíveis complicações relacionadas ao tratamento ao qual o sujeito está sendo exposto (Scott et al.,2007). Explicado isso, é importante ressaltar que, no presente estudo, os participantes foram informados, previamente ao início da intervenção, através do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), sobre possível sensação de parestesia induzida pela suplementação.

A ausência de efeitos da suplementação de beta-alanina nos parâmetros de *performance* (força máxima, resistência de força, CTL e CIT) e morfologia (espessura muscular) pode ser atribuída, inicialmente, a aumentos inexpressivos no conteúdo de carnosina muscular em virtude do protocolo adotado. Tal fenômeno, por sua vez, pode ter sido decorrente de vários fatores. Inicialmente, embora de maneira não consensual, indivíduos com altos níveis de carnosina pré intervenção, podem ser menos responsivos a protocolos de suplementação (Sauders et al.,2017), assim requerendo, portanto, maiores períodos e/ou doses de administração. Vale ressaltar que os indivíduos participantes do estudo apresentavam tempo médio de prática do treinamento de força de 6,0 anos e experiência prévia relatada com o treinamento de resistência de força, caracterizando, portanto, exposição recorrente a ambiente muscular acidótico. Tal condição, adicionada da hipóxia recorrente em atividades de alta

intensidade, podem ser responsáveis pelos maiores níveis de carnosina muscular de seus praticantes (fisculturistas, remadores, *sprinters*) quando comparado a sedentários e atletas de longa distância (Derave et al,2010; Artioli et al., 2010). É necessário, entretanto, elucidar os mecanismos pelos quais o treinamento, em longo prazo, possa promover tal adaptação. Ainda quanto à influência dos níveis de carnosina pré-intervenção, no trabalho de Kendrick et al (2008), por exemplo, dois sujeitos do grupo placebo apresentaram conteúdo de carnosina pré intervenção igual aos maiores valores pós intervenção do grupo suplementado, sendo estes excluídos da análise final pelos autores, que julgaram ser este um fator de possível influência nos resultados de *performance*. Além disso, outra hipótese a ser levantada é a de que, por fibras do tipo II apresentarem maior conteúdo de carnosina comparado a fibras tipo I (Derave et al., 2010), a distribuição percentual de fibras musculares nos sujeitos submetidos à suplementação possa ter sido um fator interveniente.

Deve ser ressaltada, também, possíveis influências quanto a cinética e captação da beta-alanina administrada. A síntese da carnosina muscular parece ser prioritariamente regulada pela disponibilidade sarcoplasmática de beta-alanina. Portanto, possíveis falhas na entrega de beta-alanina ao plasma e na captação/transporte ao músculo podem influenciar negativamente esse processo (Derave et al.,2010). Cabe salientar também que a quantidade e atividade da enzima responsável pela síntese de carnosina (carnosina sintase) pode tornar-se fator limitante quando a concentração de beta-alanina ultrapassar o ponto de saturação de seu transportador (Harris, 2006). Doses únicas acima de 10mg/kg ultrapassam em cerca de 20 a 25% o ponto de saturação do transportador, sugerindo que doses únicas mais elevadas (como 19mg/kg, ou 1,6g, utilizada em

nosso estudo) podem não ser reverter em aumentos adicionais no conteúdo de carnosina muscular (Harris, 2006).

Embora a disponibilidade de beta-alanina seja o fator limitante para a síntese de carnosina, apenas 3-6% da dose ingerida de beta-alanina é incorporada no tecido muscular e apenas 1-2% é excretada na urina (Stegen et al., 2013). Portanto, o destino metabólico da beta-alanina não permanece totalmente elucidado. Blanquert et al.(2016) demonstraram que tal aminoácido sofre transaminação no tecido de mamíferos pelo GABA-T e AGXT2. Portanto, esse processo pode explicar eventual ineficiência da suplementação de beta-alanina na promoção do aumento do conteúdo de carnosina intramuscular.

Outro fator que pode justificar tal quadro é a diferente resposta inter-individual. Os protocolos de suplementação normalmente não consideram fatores farmacocinéticos e farmacodinâmicos dos sujeitos. Variações genéticas nas enzimas responsáveis pelo processo de transaminação podem afetar a disponibilidade sistêmica de beta-alanina (Hostrup e Bangsbo,2016).

A fim de evitar possível viés relacionado a fatores nutricionais, o presente estudo submeteu os sujeitos a recordatórios alimentares de 24 horas nas semanas 1, 4 e 8. Não foram observadas diferenças significantes em relação a nenhuma variável nutricional entre momentos e entre os grupos. A análise do comportamento alimentar nos sujeitos pode ser de extrema relevância para a discussão dos resultados. Sujeitos vegetarianos apresentam conteúdo de carnosina muscular consideravelmente reduzidos em comparação a não-vegetarianos. De maneira oposta, indivíduos que consomem regularmente carnes ricas em beta-alanina (peito de frango, por exemplo) podem ter seus níveis de

carosina aumentados em decorrência desse hábito. Segundo Varanoske et al.(2017), ainda, conteúdos aumentados de carosina muscular podem se dar em função de maiores consumos proteicos diários. No presente trabalho, o consumo médio estimado dos sujeitos, normalizado pela massa corporal, era de 1,75g/kg (24,5% do consumo calórico diário total), caracterizando portanto, segundo Leidy et al.(2015) , consumo proteico alto.

9. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente estudo apresenta limitações importantes. Primeiramente, não foram utilizados métodos para mensurar o conteúdo de carosina muscular dos sujeitos, tornando impossível o levantamento de inferências quanto a influência dessa variável nas adaptações de *performance*. Além disso, as cápsulas administradas ao longo do estudo não possuíam veículos que reduzissem o tempo de absorção e conseqüentemente o período para que se atingisse o pico plasmático. Tal veículo tem sido reportado como importante instrumento na atenuação dos sintomas de parestesia associados à administração de beta-alanina e menor excreção urinária da mesma (Saunders et al., 2017; Décombaz et al., 2012). Outra limitação importante referente à forma de administração foi a quantidade de cápsulas consumidas diariamente pelos sujeitos a fim de obter a dose de 6,4g/dia. Por limitações no processo de encapsulamento, a dose máxima por cápsula foi de 400mg, obrigando a administração de 16 cápsulas/dia, divididas em quatro doses de 1,6g cada. Artioli et al.(2010) relatam que a dose única máxima tolerável de beta-alanina corresponde a aproximadamente 800mg (10mg/kg massa corporal), sendo que

quantidades acima dessa elevam consideravelmente os sintomas indesejados de parestesia das extremidades, fator este que pode ter comprometido o cegamento dos participantes. Além disso, como mencionado anteriormente, doses únicas acima de 10mg/kg podem também ultrapassar o ponto de saturação do transportador para beta-alanina, não trazendo aumentos adicionais no conteúdo de carnosina (Harris et al.,2006). Ainda permanece a ser estudado se um protocolo de suplementação considerando a massa magra ou massa corporal (g/kd/dia) acarretaria em aumentos no conteúdo de carnosina muscular mais significantes comparado a doses absolutas (g/dia). Nenhum trabalho, até o presente momento para o nosso conhecimento, examinou possível impacto da massa magra na entrega de beta-alanina e síntese de carnosina.

Outro aspecto que caracteriza uma limitação de nosso estudo foi o controle realizado acerca das cápsulas administradas pelos sujeitos ao longo do estudo. Ao final do período de intervenção, através de entrevistas individuais, os participantes relatavam quantas dias/doses não haviam sido administradas ao longo das 8 semanas. Um controle semanal da administração de cápsulas poderia tornar as informações fornecidas pelo sujeitos mais fidedignas.

10. CONCLUSÕES

Através do presente estudo, pode-se concluir que, sob a dose e duração adotados, a suplementação de beta-alanina parece não potencializar as adaptações funcionais e morfológicas do treinamento de força, não se caracterizando sob tais condições, portanto, um recurso ergogênico interessante para praticantes experientes nessa modalidade. Sugere-se a implementação de

novas pesquisas com sujeitos experientes no treinamento de força adicionando, preferencialmente, instrumentos de análise do conteúdo de carnosina muscular, tornando possível, assim, inferências mais fidedignas relacionando tal variável com os resultados encontrados.

11. REFERÊNCIAS

ABE, Takashi et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology**, [s.l.], v. 81, n. 3, p.174-180, 2000.

ALLEN DG, LAMB GD, WESTERBLAD H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiol Rev.**;88(1):287-332, 2008.

ANDREAZZI, Ingrid Maturo et al. Exame pré-participação esportiva e o *PAR-Q*, em praticantes de academias. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [s.l.], v. 22, n. 4, p.272-276, ago. 2016.

ARTIOLI, G.G., GUALANO, B., SMITH, A., STOUT, J., & LANCHI, A.H. Role of B-Alanine Supplementation on Muscle Carnosine and Exercise Performance. **Sports Medicine** (Auckland, N.Z.), 75, 1162–1173, 2010.

BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. Essentials of strength training and conditioning. 3rd edition. Champaign, IL: **Human Kinetics**. 2008.

BENEDETTI, F. Mechanisms of the placebo response. **Pulmonary Pharmacol.** 2013;26:520-3

BENEDETTI F, POLLO A, COLLOCA L. Opioid mediated placebo responses boost pain endurance and physical performance: is it doping in sport competitions?. **J Neurosci.** 2007;27:11934-9.

BLANCQUAERT L, BABA SP, KWIATKOWSKI S, STAUTEMAS J, STEGEN S, BARBARESI S, CHUNG W, BOAKYE AA, HOETKER JD, BHATNAGAR A, DELANGHE J, VANHEEL B, VEIGA-DA-CUNHA M, DERAIVE W, EVERAERT I. Carnosine and anserine homeostasis in skeletal muscle and heart is controlled by β -alanine transamination. **J Physiol.** 2016 Sep 1;594(17):4849-63

CAMPOS, Gerson et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 88, n. 1-2, p.50-60, 1 nov. 2002.

CHRISTEN, Joshua et al. Temporal Robustness of the Session RPE. **International Journal Of Sports Physiology And Performance**, [s.l.], p.1-21, ago. 2016.

CULBERTSON, J.Y., KREIDER, R.B., GREENWOOD, M., & COOKE, M. Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. **Nutrients**, 2(1), 75–98, 2010.

DE FREITAS MC, GEROSA-NETO J, ZANCHI NE, LIRA FS, ROSSI FE. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. **World J Methodol**. 2017 Jun 26;7(2):46-54

DE LA FUENTE-FERNA´NDEZ, R. (2004). Uncovering the hidden placebo effect in deep-brain stimulation for Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat. Disord.** 10, 125–127

DE SALLES, Belmiro Freitas de et al. Rest Interval between Sets in Strength Training. **Sports Medicine**, [s.l.], v. 39, n. 9, p.765-777, set. 2009.

DÉCOMBAZ, J., BEAUMONT, M., VUICHOUD, J., BOUISSET, F., & STELLINGWERFF, T. Effect of slow-release b-alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia. **Amino Acids**, 43(1), 67–76, 2012.

DERAVE W, OZDEMIR MS, HARRIS RC, POTTIER A, REYNGOUDT H, KOPPO K, WISE JA, ACHTEN E. beta-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. **J Appl Physiol** (1985). 2007 Nov;103(5):1736-43. Epub 2007 Aug 9.

DERAVE, W., EVERAERT, I., BEECKMAN, S., & BAGUET, A. Muscle Carnosine Metabolism and b-Alanine Supplementation in Relation to Exercise and Training. **Sports Medicine** (Auckland, N.Z.), 40(3), 247–263, 2010.

DUTKA TL, LAMB GD: Effect of carnosine on excitation contraction coupling in mechanically-skinned rat skeletal muscle. **J Muscle Res Cell Motil**;25: 203-213, 2004.

DUTKA TL, LAMBOLEY CR, MCKENNA MJ, MURPHY RM, LAMB GD: Effects of carnosine on contractile apparatus Ca²⁺ sensitivity and sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ release in human skeletal muscle fibers. **J Appl Physiol**;112:728-736, 2012.

EDGE, J, BISHOP, D, and GOODMAN, C. The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. **Eur J Appl Physiol** 96: 97–105, 2006a.

EDGE, J, HILL-HAAS, S, GOODMAN, C, and BISHOP, D. Effects of resistance training on H⁺ regulation, buffer capacity, and repeated sprints. **Med Sci Sports Exerc** 38: 2004–2011, 2006b.

ENG, John. Sample Size Estimation: How Many Individuals Should Be

Studied?. **Radiology**, [s.l.], v. 227, n. 2, p.309-313, maio 2003.

FITTS RH. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiol Rev.**;74(1):49-94, 1994.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 376p.

FOSTER, Carl. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 30, n. 7, p.1164-1168, ago. 1998.

GENNER, K, and WESTON, M. A comparison of workload quantification methods in relation to physiological responses to resistance exercise. **J Strength Cond Res** 28: 2621-2627, 2014.

GLENN JM, GRAY M, STONE MS. Effects of 28 days beta-alanine supplementation on isokinetic exercise performance and body composition in female masters athletes. **The Journal of Strength and Conditioning Research In Press**(1) ;195-210, June 2016.

GOTO K¹, ISHII N, KIZUKA T, TAKAMATSU K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. **Med Sci Sports Exerc**. 2005 Jun;37(6):955-63.

HARRIS, RC, TALLON,MJ, DUNNETT, M, BOOBIS, LH, COAKLEY, J, Kim, HJ, Fallowfield, JL, Chester, CA, Sale, C, and Wise, JA. The absorption of orally supplied b-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. **Amino Acids** 30: 279–289, 2006.

HARRIS RC, GLENYS AJ, HYO JK, CHANG KK, KAREN AP, WISE JA. Changes in muscle carnosine of subjects with 4 weeks supplementation with a controlled release formulation of beta-alanine (Carnosyn™), and for 6 weeks post. **FASEB J.**;23:599.4, 2009.

HARRIS RC, WISE JA, PRICE KA, KIM HJ, KIM CK, SALE C: Determinants of muscle carnosine content. **Amino Acids**;43:5-12, 2012.

HELMS, Eric R. et al. Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. **Strength And Conditioning Journal**, [s.l.], v. 38, n. 4, p.42-49, ago. 2016.

HILL, C.A; HARRIS, RC; KIM, HJ; HARRIS, BD; Scale,C;Boobis,LH; Kim,CK; Wise,JÁ. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. **Amino Acids**, 32,225-233, 2007

HOBSON, R.M., SAUNDERS, B., BALL, G., HARRIS, R.C., & SALE, C. Effects of b-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. **Amino Acids**, 43(1), 25–37, 2012.

HOFFMAN, J.R., RATAMESS, N.A., FAIGENBAUM, A.D., ROSS, R., KANG, J., STOUT, J.R., & WISE, J.A. Short-duration beta-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. **Nutrition Research** (New York, N.Y.), 28(1), 31–35, 2008.

HOFFMAN, J., RATAMESS, N., KANG, J., MANGINE, G., FAIGENBAUM, A., & STOUT, J. Effect of creatine and beta alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 16(4), 430–446, 2006.

HOPKINS, William G. et al. Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 41, n. 1, p.3- 13, jan. 2009.

HOSTRUP M, BANGSBO J. Improving beta-alanine supplementation strategy to enhance exercise performance in athletes. **J Physiol**. 2016 Sep 1;594(17):4701-2

HULTMAN E, SAHLIN K: Acid-base balance during exercise. **Exerc Sport Sci Rev**;8:41-128, 2008.

KENDRICK, I. P., HARRIS, R. C., KIM, H. J., KIM, C. K., DANG, V. H., Lam, T.Q.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**, 34(4), 547–554, 2008.

KENDRICK IP, Kim H, Harris RC, Kim CK, Dang VH, Lam TO. Bui TT, Wise JA: The effect of 4 weeks beta-alanine supplementation and isokinetic training on carnosine concentrations in type I and II humanskeletal muscle fibres. **Eur J Appl Physiol**, 2007.

KERN, B.D., & ROBINSON, T. Effects of B-Alanine Supplementation on Performance and Body Composition in Collegiate Wrestlers and Football Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 25(7), 1804–1815, 2011.

KRAEMER, William J; RATAMESS, Nicholas. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 36, n. 4, p.674-688, maio 2004.

KRESTA JY, Oliver JM, JAGIM AR, FLUCKEY J, RIECHMAN S, Kelly K, MEININGER C, MERTENS-TALCOTT SU, RASMUSSEN C, KREIDER RB. Effects of 28 days of betaalanine and creatine supplementation on muscle carnosi ne, body composition and exercise performance in recreationally active females. **J Int Soc Sports Nutr.** 11(1):55, 30 Nov 2014.

LEIDY H, CLIFTON P, ASTRUP A, WYCHERLEY T, WESTERTERP-PLANTENGA M, LUSCOMBE-MARSH N, et al. The role of protein in weight loss and maintenance. **Am J Clin Nutr.** 2015.

MARCHETTI, Paulo H. et al. Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. **Brazilian Journal Of Sports And Exercise Research**, [s.l.], v. 1, n. 2, p.135-142, 2010.

MARCHETTI, Paulo Henrique et al. Muscle Activation Differs between Three Different Knee Joint-Angle Positions during a Maximal Isometric Back Squat Exercise. **Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 2016, p.1-6, 2016

MCCORMACK WP¹, STOUT JR, EMERSON NS, SCANLON TC, WARREN AM, WELLS AJ, GONZALEZ AM, MANGINE GT, ROBINSON EH 4TH, FRAGALA MS, HOFFMAN JR. Oral nutritional supplement fortified with beta-alanine improves physical working capacity in older adults: a randomized, placebo-controlled study. **Exp Gerontol.** Sep;48(9):933-9, 2013.

MILIONI F, REDKVA PE, BARBIERI FA, ZAGATTO AM. Six weeks of β -alanine supplementation did not enhance repeated-sprint ability or technical performances in young elite basketball players. **Nutr Health.** 2017 Jun;23(2):111-118.

OGASAWARA, R. et al. Time course for arm and chest muscle thickness changes following bench press training. **Interv Med Appl Sci** 4: 217–220, 2012

OUTLAW JJ, SMITH-RYAN AE, BUCKLEY AL, URBINA SL, HAYWARD S, WINGFIELD HL, CAMPBELL B, FOSTER C, TAYLOR LW, WILBORN CD. Effects of β -Alanine on Body Composition and Performance Measures in Collegiate Women. **J Strength Cond Res.** 2016 Sep;30(9):2627-37

PANDIS N, CHUNG B, SCHERER RW, ELBOURNE D, ALTMAN DG. CONSORT 2010 statement: extension checklist for reporting within person randomised trials. **BMJ.** 2017 Jun 30;357:j2835

REEVES, Neil D.; MAGANARIS, Constantinos N.; NARICI, Marco V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **European Journal Of Applied Physiology**, [s.l.], v. 91, n. 1, p.116-118, jan. 2004

ROBERTSON, Robert J. et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [s.l.], v. 35, n. 2, p.333-341, fev. 2003.

SALE, C., SAUNDERS, B., & HARRIS, R.C. Effect of beta-alanine supplementation on muscle carnosine concentrations and exercise performance. **Amino Acids**, 39(2), 321–333. 2010

SALE C, Hill CA, Ponte J, Harris RC. Beta-alanine supplementation improves isometric endurance of the knee extensor muscles. **J Int Soc Sports Nutr**. 2012 ;9(1):26

SAHLIN K: Metabolic factors in fatigue. **Sports Med** 1992;13:99-107.21

SANCHES,F; TERRADOS, N. The effect of beta alanine supplementation on multiple bench press performance in judoists. **Medicine and Science in sports and Exercise**, v.41, p. 183-184, 2009.

SAUNDERS B, Elliott-Sale K, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, Roschel H, Sale C, Gualano B. β -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med**. 2017 Apr;51(8):658-669

SCHOENFELD, Brad J. et al. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 29, n. 7, p.1821-1829, jul. 2015.

SCOTT, D.J., STOHLER, C.S., EGNATUK, C.M., WANG, H., KOEPPE, R.A., and ZUBIETA, J.K. (2007). Individual differences in reward responding explain placebo-induced expectations and effects. **Neuron** 55, 325–336

SEVERIN SE, KIRZON MV, KAFTANOVA TM. Effect of carnosine and anserine on action of isolated frog muscles. **Dokl Akad Nauk SSSR**. 1953 Jul 21;91(3):691-4

SMITH, A.E., MOON, J.R., KENDALL, K.L., GRAEF, J.L., LOCKWOOD, C.M., WALTER, A.A., STOUT, J.R. . The effects of beta-alanine supplementation and high-intensity interval training on neuromuscular fatigue and muscle function. **European Journal of Applied Physiology**, 105(3), 357–363, 2009a.

SMITH, A.E., WALTER, A.A., GRAEF, J.L., KENDALL, K.L., MOON, J.R., LOCKWOOD, C.M., STOUT, J.R. (2009b). 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**, 52(2):199-205, 2009b.

STEGEN S, BLANCQUAERT L, EVERAERT I, BEX T, TAES Y, CALDERS P, ACHTEN E, DERAIVE W. Meal and beta-alanine coingestion enhances muscle carnosine loading. **Med Sci Sports Exerc**. 2013 Aug;45(8):1478-85.

STOUT, Jeffrey R. (n.d.). Beta-Alanine : The new kid on the ergogenic block. **Strength and Conditioning Journal**, 2011 27(6), 90–91.

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. **Jpn J Physiol**, 52(2):199-205, 2002.

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**, 2:105-110, 2004.

Tallon MJ, Harris RC, Boobis LH, Fallowfield JL, Wise JA: The carnosine content of vastus lateralis is elevated in resistance trained bodybuilders. **J Strength Cond Res** 2005;19:725-729.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 478 p. 2012.

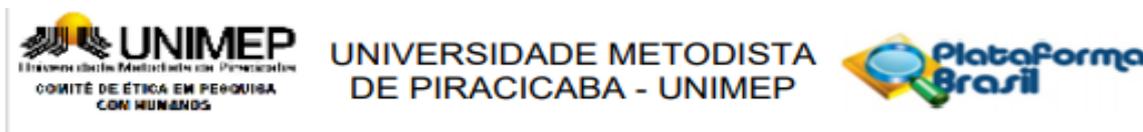
ZOURDOS, Michael C. et al. Novel Resistance Training–Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.267-275, jan. 2016.

VARANOSKE AN, HOFFMAN JR, CHURCH DD, COKER NA, BAKER KM, DODD SJ, OLIVEIRA LP, DAWSON VL, WANG R, FUKUDA DH, STOUT JR. β -Alanine supplementation elevates intramuscular carnosine content and attenuates fatigue in men and women similarly but does not change muscle l-histidine content. **Nutr Res**. 2017 Dec;48:16-25

WALTON, J M; ROBERTS, N; WHITEHOUSE, G H. Measurement of the quadriceps femoris muscle using magnetic resonance and ultrasound imaging. **British Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 31, n. 1, p.59-64, abr. 1997.

WILLARDSON, Jeffrey M. A Brief Review: How Much Rest between Sets? **Strength And Conditioning Journal**, [s.l.], v. 30, n. 3, p.44-50, jun. 2006.

ANEXO I. PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da suplementação de beta alanina nos parâmetros neuromusculares de jovens treinados em força

Pesquisador: julio benvenuti bueno de camargo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 65969917.4.0000.5507

Instituição Proponente: INSTITUTO EDUCACIONAL PIRACICABANO DA IGREJA METODISTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.094.534

Apresentação do Projeto:

Segue parecer 2.037.622

Objetivo da Pesquisa:

Segue parecer 2.037.622

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segue parecer 2.037.622. Os riscos estão corretamente dimensionados nesta versão, com a resposta às diligências.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segue parecer 2.037.622. As solicitações foram resolvidas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está adequado conforme as recomendações apresentadas.

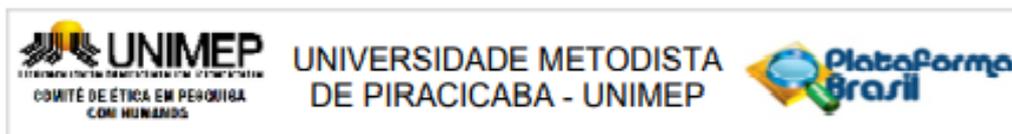
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As respostas apresentadas às diligências estão em conformidade com o esperado. O projeto está aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O colegiado acolhe o parecer do relator e aprova o projeto.

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 156
Bairro: Taquaral **CEP:** 13.400-911
UF: SP **Município:** PIRACICABA
Telefone: (19)3124-1513 **Fax:** (19)3124-1515 **E-mail:** comitedeetica@unimep.br



Continuação do Parecer: 2.004.634

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	crono_2.xlsx	22/05/2017 11:47:41	Daniela Faleiros Bertelli Merino	Aceito
Outros	TERMO.docx	22/05/2017 11:46:41	Daniela Faleiros Bertelli Merino	Aceito
Outros	projeto.docx	22/05/2017 11:46:25	Daniela Faleiros Bertelli Merino	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_740188.pdf	04/05/2017 21:01:17		Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.xlsx	04/05/2017 21:00:07	Julio benvenuti bueno de camargo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investidor	projeto_final_comite_etica.docx	04/05/2017 20:59:49	Julio benvenuti bueno de camargo	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVR E_ESCLARECIDO_atualizado.docx	04/05/2017 20:59:26	Julio benvenuti bueno de camargo	Aceito
Brochura Pesquisa	projeto_final_comite_etica.pdf	19/03/2017 11:39:55	Julio benvenuti bueno de camargo	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto_assinada.pdf	17/03/2017 17:34:36	Julio benvenuti bueno de camargo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovada

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICADA, 01 de Junho de 2017

Assinado por:
Daniela Faleiros Bertelli Merino
(Coordenador)

Endereço: Rodovia do Açúcar, Km 156
Bairro: Taquaral CEP: 13.400-911
UF: SP Município: PIRACICABA
Telefone: (19)3124-1513 Fax: (19)3124-1515 E-mail: comitedeetica@unimep.br

ANEXO II. QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)

O PAR Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR Q representa o primeiro passo racional a ser tomado, caso você esteja interessado a aumentar a quantidade de atividade física em sua vida. Para a maioria dos indivíduos, a atividade física não deve trazer qualquer problema ou prejuízo. O PAR Q foi elaborado para ajudar a identificar o pequeno número de adultos, para quem a prática de exercícios pode ser inadequada ou aqueles que devem buscar aconselhamento médico acerca do tipo de atividade que seria mais apropriado para eles. O bom senso é a melhor tática a ser adotada para responder a estas perguntas. Por favor, leia-as com atenção e marque SIM ou NÃO nos parênteses correspondentes que antecedem cada pergunta, caso esta se aplique a você.

SIM(S) NÃO(N)

- () O seu médico já lhe disse alguma vez que você apresenta um problema cardíaco?
 () Você apresenta dores no peito com frequência?
 () Você apresenta episódios frequentes de tonteira ou sensação de desmaio?
 () Seu médico já lhe disse alguma vez que sua pressão sanguínea era muito alta?
 () Seu médico já lhe disse alguma vez que você apresenta algum problema ósseo ou articular como uma artrite, que tenha sido agravado pela prática de exercícios, ou que possa ser por eles agravado?
 () Existe alguma boa razão física, não mencionada aqui, para que você não siga programa de atividade física, se desejar fazê-lo?
 () Você tem mais de 65 anos e não está acostumado a se exercitar vigorosamente?

Se você respondeu “sim” a uma ou mais perguntas Se você não consultou seu médico recentemente, consulte-o por telefone ou pessoalmente, ANTES de intensificar suas atividades físicas e/ou de ser avaliado para um programa de condicionamento físico. Diga a seu médico que perguntas você respondeu com um “sim” ao Par-Q, ou mostre a ele a cópia deste questionário.

Se você respondeu “não” a todas as perguntas
 Se você respondeu corretamente ao Par-Q, você tem uma razoável garantia de apresentar as condições adequadas para:
 – UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS ADEQUADOS – com um aumento gradual da intensidade visando um bom desempenho no condicionamento físico, ao mesmo tempo em que minimiza ou elimina o desconforto associado.
 – UMA AVALIAÇÃO FÍSICA – É sempre indicada uma avaliação dos níveis de aptidão física para uma prescrição adequada de um programa de exercícios.

Declaração

Assumo a veracidade das informações prestadas acima e declaro que estou em plenas condições de saúde e apto a realizar exercícios físicos, sem nenhuma restrição médica para me submeter a um programa de treinamento físico.

Declaro, ainda, que não sou portador de nenhuma moléstia infecto contagiosa que possa prejudicar os demais frequentadores do ambiente de exercícios.

Nome: _____

Assinatura: _____

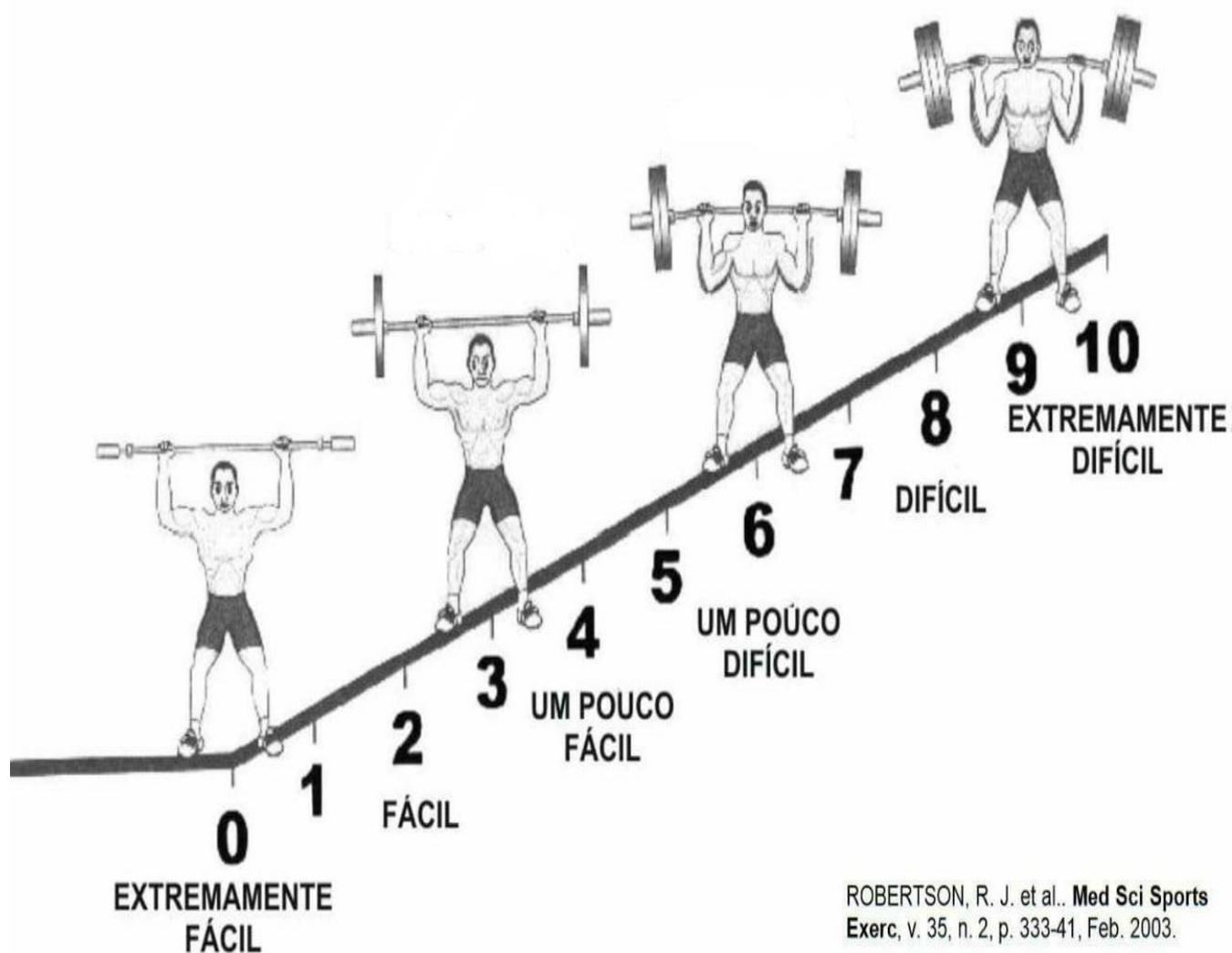
Data: ___/___/_____

ANEXO III. ESCALA DE REPETIÇÕES EM RESERVA (R/R)

10	Esforço máximo
9.5	Sem mais repetições, mas poderia aumentar a carga
9	1 repetição restante
8.5	1-2 repetições restantes
8	2 repetições restantes
7.5	2-3 repetições restantes
7	3 repetições restantes
5-6	4-6 repetições restantes
3-4	Esforço leve
1-2	Pouco ou nenhum esforço

ANEXO IV. ESCALA DE OMNI

COMO FOI A INTENSIDADE DE SUA SESSÃO DE TREINAMENTO ?



APÊNDICES

APÊNDICE I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu, _____, estou sendo convidado a participar de um estudo denominado EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA EM PARÂMETROS NEUROMUSCULARES DE JOVENS TREINADOS EM FORÇA, cujos objetivos e justificativas são: VERIFICAR OS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BETA-ALANINA NA FORÇA MÁXIMA, RESISTÊNCIA DE FORÇA E ESPESSURA MUSCULAR.

A minha participação no referido estudo será no sentido de PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO EM UM DOS DOIS GRUPOS (SUPLEMENTAÇÃO X PLACEBO). No primeiro, será administrado 6,4g/dia do suplemento beta-alanina. No segundo, sob a mesma quantidade, será administrado maltodextrina. A referida dosagem deverá ser utilizada em 4 doses iguais de 1,6g cada, juntamente a uma refeição.

Fui informado que, da pesquisa a se realizar, posso esperar alguns benefícios como: AUMENTO DA FORÇA, RESISTÊNCIA E ESPESSURA MUSCULAR.

Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis riscos e desconfortos inerentes ao estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados (positivos ou negativos) somente serão os obtidos após sua realização. Assim estarei sujeito a um possível efeito indesejado decorrente da administração da beta-alanina: leve formigamento nos braços, mãos, pernas, pés e dedos. Tal efeito, porém, tende a cessar com o passar das administrações.

Estou ciente que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado que possa, de alguma forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são o Professor Doutor Charles Ricardo Lopes e o discente de mestrado Julio Benvenuti Bueno de Camargo (UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA) e com eles poderei manter contato através do número (19) 99118- 0143 ou pelo email: julio.bbc@gmail.com

É assegurada a assistência durante toda a pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante, e após minha participação. Além disso, é-me garantida a opção em desistir do projeto a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, bastando informar ao pesquisador, assim como não haverá qualquer prejuízo caso ocorra a interrupção na ingestão da beta-alanina.

A mim será permitido solicitar aos pesquisadores os resultados da pesquisa, bastando apenas realizar a solicitação por email.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor do estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente que não há nenhum valor econômico a receber ou pagar por minha participação.

ITAJUBÁ, _____ de _____ de 2017

APÊNDICE II. RECORDATÓRIO ALIMENTAR

Formulário de recordatório de 24 horas

Nome _____ Data ____ / ____ / ____

Refeições	ALIMENTOS	Preparações e adições	QUANTIDADES (medidas caseiras)	
<p>Desjejum</p> <p>Horário</p> <hr/>				
<p>Coação</p> <p>Horário</p> <hr/>				

Almoço Horário _____				
Lanche Horário _____				

Jantar Horário _____				
Ceia Horário _____				
fora de hora (pizzas, lanches, etc.)				

CÁLCULOS DO RECORDATÓRIO

Total do consumo energético	Kcal	Kcal/kg
Proteínas	g	%
Lipídeos	g	%
Carboidratos	g	%