

ANDRÉ GUEDES DA SILVA

Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato  
de sódio no desempenho do CrossFit®

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título de  
Mestre em Ciências

Programa de Ciências do Sistema do  
Musculoesquelético

Orientador: Prof. Dr. Bryan Saunders

São Paulo

2024

ANDRÉ GUEDES DA SILVA

Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato  
de sódio no desempenho do CrossFit®

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título de  
Mestre em Ciências

Programa de Ciências do Sistema do  
Musculoesquelético

Orientador: Prof. Dr. Bryan Saunders

São Paulo

2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Da Silva, Andre Guedes

Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no  
desempenho do CrossFit® / Andre Guedes Da Silva. -- São Paulo; 2023.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de  
São Paulo.

Programa de Ciências do Sistema Musculoesquelético.

Orientador: Bryan Saunders.

Descritores: 1.Exercício físico 2.beta-alanina 3.Suplementos  
nutricionais 4.CrossFit®.

USP/FM/DBD-383/2023

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

# FOLHA DE AVALIAÇÃO

**Autor:** André Guedes da Silva

**Título:** Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit®

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

## Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

Embora ciente de que ainda há muito trabalho a ser feito, ao escrever este texto de agradecimento anos após o meu ingresso neste programa de mestrado, me vem ao peito o sentimento de carinho que guardo por todos que me auxiliaram de alguma forma até aqui; mesmo que não citados diretamente, deixo meu obrigado.

Dos mencionados, agradeço inicialmente ao **Bryan Saunders**, meu orientador, ao qual dedico este parágrafo. Lembro-me que guardava admiração antes mesmo de conhecê-lo, e devo aqui, registrar meu aplauso ao honroso profissional e homem que tive a felicidade de conhecer. Por toda compreensão, por toda cobrança, por todo aprendizado, digo obrigado ao senhor.

Agradeço também aos meus colegas de laboratório, voluntários, professores e membros da banca. Por toda solicitude em ajuda e ensinamentos, para que eu pudesse construir um saber crítico e palpável. Saibam que continuarei a disseminar o que criamos, em cooperação, buscando me aperfeiçoar e ajudar prontamente a outros que assim permitirem.

Próximos ao meu íntimo, obrigado a todos os amigos que me ouviram e me encorajaram, que felizmente, são muitos. Em especial a minha namorada **Isabelly**, por toda compreensão e cuidado durante meus momentos de preocupação e dificuldade.

A fim de não me estender prolixamente, finalmente, despido de qualquer vaidade, agradeço a poucos com os quais divido meu eu. A minha irmã **Talita**, alvo de toda minha admiração, e que talvez não esteja ciente disso, ainda pensarei a respeito de baixar a guarda e mostrar este trecho a ela; minha irmã te amo. A minha mãe **Angelita**, que pouco entende o que faço, e às vezes tampouco o que me aflige, mas mesmo assim, com um amor infindável, me acolhe do mundo como se este não tivesse peso algum sobre mim; te amo minha mãe. E ao meu finado pai **Clodomiro**, vindo da roça, e que juntamente com minha mãe, construíram a família que somos e que seremos; como eu costumeiramente lhe dizia “esse é meu paizão e não tem pra ninguém não!”, você sempre terá o meu amor.

Aos meus queridos e aos queridos de meus queridos, estendo meu obrigado!

## RESUMO

Da Silva A.G. Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit® [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2023.

Até a data, o CrossFit® possui literatura específica limitada para orientar estratégias de suplementação visando melhorar o desempenho no exercício. Atualmente, existe a necessidade de validação de testes que representem o CrossFit®, e embora haja hipótese fisiológica para a administração de suplementos tamponantes nessa modalidade, falta amparo científico para tal. O presente estudo teve como objetivo analisar a reprodutibilidade do teste Cindy, um benchmark do CrossFit®, e determinar os efeitos da suplementação com beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit®. Doze homens treinados, com idade entre 18 e 45 anos, foram recrutados para este estudo randomizado duplo-cego com um total de cinco visitas. O teste Cindy do CrossFit® foi realizado em cada visita, sendo a primeira visita para familiarização, a segunda e terceira para teste reteste e desempenho inicial (Visita 3), e a quarta e quinta visitas como um crossover para bicarbonato de sódio ou placebo após a suplementação de beta-alanina ou placebo. Os participantes foram alocados em dois grupos paralelos e passaram por suplementação (2 x 800 mg, 4 vezes ao dia por 4 semanas) de beta-alanina ou placebo (maltodextrina) durante o intervalo entre a terceira e quarta visita. Os dois últimos testes foram precedidos por suplementação de bicarbonato de sódio (0,3 g/kg) e placebo (carbonato de cálcio), criando as seguintes condições: 1) BA+SB, 2) BA+PLA, 3) PLA+SB e 4) PLA+PLA. Resultados: Em relação à reprodutibilidade, houve uma correlação significativa entre a visita 1 e a visita 2 ( $r = 0,87$ ,  $P=0,0003$ ), visita 1 e visita 3 ( $r = 0,97$ ,  $P<0,0001$ ), visita 2 e visita 3 ( $r = 0,91$ ,  $P<0,0001$ ), com  $CV \leq 6\%$  e  $ICC \leq 0,9$  entre as visitas. Em relação aos efeitos da suplementação, a análise post hoc mostrou apenas uma diferença entre BA+SB e PLA+PLA após a suplementação. Conclusão: O teste Cindy demonstrou boa reprodutibilidade para estudos de CrossFit®; no entanto, não houve melhora gerada pela suplementação, apenas uma pequena diferença entre BA+SB e PLA+PLA que pode sugerir efeito ao combinar esses suplementos. Análises com maior tamanho amostral são necessárias para o melhor entendimento desse fenômeno.

Palavras-chave: Exercício físico. beta-alanina. Suplementos nutricionais. CrossFit®.

## ABSTRACT

Da Silva A.G. Effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on CrossFit® performance [dissertation]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2023.

Up to now, CrossFit® has limited specific literature to guide supplementation strategies to improve exercise performance. There is current need for validation of tests that represent CrossFit®, and although there is physiological rationale for the use of buffering supplements in this modality, there remains a lack of scientific research. The present study aimed to analyze the reliability of the CrossFit® benchmark Cindy and to determine the effects of beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation on CrossFit® performance. Twelve trained men, aged between 18 and 45 years, were recruited to this double-blind, randomized study with a total of five visits. The CrossFit® benchmark Cindy test was performed in each visit, with the first visit serving as a familiarization, the second and third for test-retest and baseline (Visit 3) performance, and the fourth and fifth visits as a cross-over for sodium bicarbonate or placebo performed post-supplementation of beta-alanine or placebo. Participants were allocated into two parallel groups and underwent supplementation (2 x 800 mg, 4 times a day for 4 weeks) of beta-alanine or placebo (maltodextrin) during the interval between the third and fourth visit. The final two tests were preceded by sodium bicarbonate (0.3 g/kg) and placebo (0.3 g/kg calcium carbonate) supplementation, creating the following conditions: 1) BA+SB, 2) BA+PLA, 3) PLA+SB, and 4) PLA+PLA. Results: Regarding reproducibility, there was a significant correlation between visit 1 and visit 2 ( $r = 0.87$ ,  $P=0.0003$ ), visit 1 and visit 3 ( $r = 0.97$ ,  $P<0.0001$ ), visit 2 and visit 3 ( $r = 0.91$ ,  $P<0.0001$ ), with  $CV \leq 6\%$  and  $ICC \leq 0.9$  between visits. Regarding the supplementation effects, post hoc analysis showed only a difference between BA+SB and PLA+PLA post-supplementation. Conclusion: The Cindy test proved to have good reliability for CrossFit® studies; however, there was no difference in performance resulting from supplementation except for a small difference between BA+SB and PLA+PLA that might suggest a performance-enhancing effect when combining these supplements effect. Further analyses with a larger sample size are needed for a better understanding of this phenomenon.

Keywords: Exercise. beta-alanine. Dietary supplements. CrossFit®.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do recrutamento de participantes. ....	20
Figura 2. Desenho do estudo (Painel A: Desenho ao longo de ~7 semanas. Painel B: Protocolo executado, com e sem SB). ....	22
Figura 3. Relação de desempenho no exercício (em repetições) entre visitas. ....	27
Figura 4. Relação do desempenho no teste Cindy em cada condição (Painel A: Diferença do desempenho basal de repetições em percentual. Painel B: Total de repetições para cada grupo e condição). ....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2. Dados antropométricos dos participantes (N=12) .....	21
Tabela 2. Resumo dos dados de reprodutibilidade entre sessões. ....	28
Tabela 3. pH sanguíneo, bicarbonato e lactato através das sessões. ....	29
Tabela 4. Ingestão dietética no dia anterior as visitas 1 a 3 (N=10).....	29
Tabela 5. Ingestão dietética no dia anterior as visitas 3 a 5 (N=10).....	33
Tabela 6. Disciplinas cursadas .....	38

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	11
REVISÃO DA LITERATURA .....	12
CrossFit® - história, características e métodos.....	12
Respostas fisiológicas do CrossFit® .....	13
Beta-alanina e carnosina muscular no desempenho esportivo .....	14
Bicarbonato de sódio e desempenho esportivo .....	15
Beta-alanina e Bicarbonato de sódio – Efeitos aditivos? .....	16
Reprodutibilidade do protocolo de exercícios .....	17
OBJETIVOS .....	18
MÉTODOS .....	19
Participantes.....	19
Desenho experimental .....	21
Protocolo de exercícios .....	23
Parâmetros sanguíneos .....	24
Efeitos colaterais e expectativa .....	24
Monitoramento do consumo alimentar, suplementação e treinamento.....	24
Análise estatística .....	25
RESULTADOS.....	26
Teste Reteste .....	26
Efeitos da suplementação sobre o desempenho no Cindy .....	30
Parâmetros sanguíneos .....	32
Outras medidas .....	32
Avaliação do consumo alimentar e treinamento .....	32
DISCUSSÃO .....	33
Teste Reteste .....	33
Efeitos da suplementação sobre o desempenho no Cindy .....	34
Limitações.....	36

Aplicações práticas e futuros passos.....	37
CONCLUSÃO .....	37
DISCIPLINAS CURSADAS.....	38
PUBLICAÇÕES .....	38
Artigos submetidos.....	38
Artigos publicados.....	39
COLABORAÇÃO EM PROJETOS.....	39
PARTICIPAÇÃO COMO OUVINTE.....	40
APRESENTAÇÕES E PARTICIPAÇÕES EM MESA REDONDA .....	40
REFERÊNCIAS.....	41
ANEXOS	
Anexo 1 - Questionário de expectativa .....	47
Anexo 2 - Questionário de efeitos colaterais .....	48
Anexo 3 - PSE (RPE) .....	49
Anexo 4 - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) .....	50
Anexo 5 - Parecer consubstanciado do comitê de ética e pesquisa (CEP) .....	54

## INTRODUÇÃO

O CrossFit® consiste em uma metodologia de treinamento que se baseia na realização de exercícios autoproclamados funcionais (multiarticulares) realizados em alta intensidade, e cada sessão de treinamento pode ser composta por aquecimento, exercícios acessórios, movimentos de força ou técnica e um treino específico denominado WOD (“Workout Of the Day” ou “Treino do Dia”). O WOD, além de ser composto por exercícios multiarticulares e funcionais; são também realizados de forma intensa, com pouco ou nenhum intervalo durante sua execução (Glassman, 2007). Tais características, por vezes, culminam em fadiga muscular, possivelmente influenciada pela queda do pH intramuscular afetando a eficiência do mecanismo contrátil em gerar movimento (Spriet et al., 1987, Calbet et al., 2020, Blazevich and Babault, 2019); impactando desta forma no desempenho durante o exercício.

Com a enorme relevância em número de adeptos e o crescente destaque de competições organizadas pela marca, atletas de diversas modalidades, até mesmo olímpicos, iniciaram a prática do CrossFit®. Dado a grande competitividade, deu-se início a suplementação de agentes como os tamponantes (beta-alanina e bicarbonato de sódio), contudo, sem qualquer amparo do conhecimento científico específico. Em revisão recente do nosso grupo, pudemos observar respostas fisiológicas do CrossFit® que sugerem o uso de tamponantes para melhora de desempenho (de Souza et al., 2021). Contudo, tais sugestões foram calcadas em evidências ainda insuficientes, sendo necessário mais estudos para embasar tal suplementação.

A beta-alanina por sua vez, é um dos aminoácidos que constitui o peptídeo carnosina, e também o fator limitante para sua síntese. E é através da suplementação da beta-alanina que conseguimos providenciar o aumento das concentrações de carnosina dentro do músculo estriado esquelético (Saunders et al., 2017b, Harris et al., 2006). O aumento da carnosina intramuscular então, é o verdadeiro causador do efeito ergogênico advindo da suplementação de beta-alanina. Efeito este, observado em diversos exercícios realizados em alta intensidade (Saunders et al., 2017a). Isto, devido a capacidade da carnosina de aprisionar íons  $H^+$  em seu anel imidazólico de  $pka$  6,83 (ótimo para manutenção do pH muscular)(Abe, 2000).

Enquanto isso, o bicarbonato de sódio, outro suplemento com destaque na nutrição esportiva bem como a beta-alanina (Maughan et al., 2018), atua no tamponamento de íons  $H^+$ . Contudo, isto ocorre, pois, sua suplementação aguda acarreta o aumento momentâneo

de  $\text{HCO}_3^-$  (bicarbonato, sanguíneo, plasmático ou sérico), aumentando também a atividade de MCT'S ("Monocarboxylate Transporters" ou "Transportadores de Monocarboxilato"). Estes por sua vez, são transportadores transmembrana que mobilizam íons  $\text{H}^+$  para fora da célula, onde são tamponados por mecanismos atrelados ao balanço ácido-base no organismo.

Ambos mecanismos tamponantes, intracelular (carnosina) e extracelular (bicarbonato), impedem que prótons  $\text{H}^+$  produzidos pela glicólise anaeróbica predominante em exercícios de alta intensidade, se liguem ao sítio de ligação do  $\text{Ca}^{2+}$  na troponina C sobre a fibra muscular, o que acarretaria o bloqueio do mecanismo contrátil. Sendo assim, esta via que colabora para o fenômeno da fadiga muscular é retardada, o que proveria melhora no desempenho físico.

Frente a tamanho suporte literário e crescente necessidade por parte de atletas e praticantes, é de grande relevância que a lacuna do saber acerca de suplementação no CrossFit® seja preenchida, através de testes reprodutíveis e condizentes com a prática para determinar estratégias benéficas.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

### **CrossFit® - história, características e métodos**

O CrossFit® foi oficialmente registrado em 2000 por Greg Glassman, contudo sua origem vem do treinamento militar, com destaque para o treinamento estadunidense. Podendo ser classificado como HIFT (High Intensity Functional Training), podendo ser encontrado na literatura também como "Cross-Training" ou "CrossFit-like". O CrossFit® não se tornou oficialmente um esporte até a data, contudo, é uma marca que dispõe de campeonatos e metodologia exclusivos. Portanto, no presente estudo, por vezes iremos nos referir ao CrossFit® como modalidade competitiva, prática ou exercício. O HIFT por sua vez, é constituído de exercícios funcionais ou multiarticulares executados em alta intensidade, dentro disto, o CrossFit® configura o método com maior destaque em reconhecimento e número de filiados (11.302 pagantes até a data), atletas e praticantes.

As sessões de treinamento são formadas por WOD's (Workout Of the Day) que são compostos por exercícios dispostos em circuito, executados continuamente ou sob curtos períodos de descanso (Glassman, 2007). Os WOD's têm por característica serem

realizados em busca do maior número de repetições dentro de períodos entre 10 a 20 minutos ou na realização de um determinado volume de treino em busca do menor tempo. A média de duração de um WOD é cerca de 15 minutos e de uma sessão completa acrescida de aquecimento mais exercício de força ou técnica (embora a estruturação difira entre praticantes e em períodos de treinamento) gira em torno de uma hora (Dexheimer et al., 2019, Smith et al., 2013). Os exercícios utilizados na modalidade podem ser classificados como ginásticos, de força ou predominantemente aeróbicos (de Souza et al., 2021). Estes abrangem desde a priorização do peso corporal na realização de exercícios ginásticos, passando por barras, anilhas e demais acessórios em exercícios de força (destaca-se o LPO ou levantamento de peso olímpico); até exercícios predominantemente aeróbicos como corrida, natação, ciclismo e remo (por vezes, realizados em cicloergômetros) (Mate-Munoz et al., 2017, Mate-Munoz et al., 2018). Ocasionalmente, são implementados exercícios novos, variações destes três pilares, presentes apenas na modalidade.

### **Respostas fisiológicas do CrossFit®**

As respostas fisiológicas e metabólicas observadas em WOD's de CrossFit® são similares mesmo em protocolos com exercícios variados, observam-se altos valores para frequência cardíaca, consumo de oxigênio, gasto energético e lactato durante e imediatamente após a prática (de Souza et al., 2021). Podemos ressaltar que alguns estudos que investigaram diferentes respostas fisiológicas em WOD's de CrossFit® (Mate-Munoz et al., 2017, Mate-Munoz et al., 2018) observaram alta intensidade no WOD Cindy, resultando em altas concentrações de lactato ( $>12$  mmol/L), reforçando que tais exercícios possam levar ao grande acúmulo de íons  $H^+$  e subsequente acidose metabólica e fadiga muscular.

O acúmulo de  $H^+$  pode impactar negativamente na performance esportiva através da redução do pH muscular, evento descrito como acidose muscular. Esta redução de pH já demonstrou afetar o mecanismo contrátil do músculo através da inibição de enzimas glicolíticas (Spriet et al., 1987, Sutton et al., 1981), por conta da competição com os íons de cálcio do retículo sarcoplasmático nos sítios de ligação na fibra muscular (Calbet et al., 2020) e interferindo na formação das ligações de ponte cruzada entre actina e miosina (Blazevich and Babault, 2019). Assim, impossibilitando o músculo de produzir força ou manter o exercício resultando em fadiga. O corpo humano possui diversos mecanismos de tamponamento, podendo ser intracelulares ou extracelulares (Lancha Junior et al.,

2015), que atuam para manter a homeostase durante o exercício, e estes podem ser manipulados nutricionalmente para o aumento de suas contribuições.

### **Beta-alanina e carnosina muscular no desempenho esportivo**

A beta-alanina é um aminoácido, que juntamente com a histidina, são constituintes da carnosina ( $\beta$ -alanyl-L-Histidina). Este dipeptídeo citoplasmático é encontrado em diversos tecidos como no cardíaco e cerebral, entretanto suas maiores concentrações são observadas no músculo estriado esquelético de animais vertebrados e invertebrados, em torno de 20 mmol/kg de músculo seco em humanos (Harris et al., 2006, Saunders et al., 2017c). A carnosina, por sua vez, tem diversas funções fisiológicas citadas pela literatura como a de reguladora da sensibilidade ao transiente de cálcio (Dutka and Lamb, 2004), antioxidante (Boldyrev et al., 2010), peptídeo de sacrifício na proteção contra a glicação de proteínas (Hipkiss et al., 1995) e prevenção de ligações entre proteínas reagindo com grupos carbonil (Hipkiss, 2000). Porém, a função da carnosina melhor descrita, é que através do aumento de suas concentrações, sugere-se que a capacidade de tamponamento intracelular de íons  $H^+$  seja melhorada. Isto devido a sua capacidade de regulação do pH intramuscular (que pode cair de  $\sim 7,1$  para 6,6 durante exercícios até a exaustão), e que está correlacionada a constante de dissociação de ácidos do seu anel de imidazol ( $pK_a = 6,83$ ) (Smith, 1938, Abe, 2000).

O anel de imidazol, imidazólico ou aromático, constitui parte da estrutura molecular da carnosina, e neste dipeptídeo o seu  $pK_a$  encontra-se próximo do pH do músculo estriado esquelético. Isto confere grande eficiência desta estrutura na atuação como tampão físico para o  $H^+$  resultante da glicólise anaeróbia, que quando em acúmulo, poderia levar a fadiga muscular. Tal aumento, causaria impacto negativo no mecanismo contrátil por competição com íons de cálcio no retículo sarcoplasmático. Os íons de cálcio se ligariam a troponina C na fibra muscular, expondo os sítios de ligação da miosina nos filamentos de actina, através da movimentação da tropomiosina. Quando essa movimentação não acontece em decorrência do acúmulo de  $H^+$ , as cabeças da miosina não conseguem se conectar aos filamentos de actina, assim, impedindo o músculo de gerar movimento (Calbet et al., 2020, Blazevich and Babault, 2019). Ademais, o acúmulo de íons  $H^+$  pode prejudicar o desempenho através de inibição de enzimas da via glicolítica (Sutton et al., 1981, Spriet et al., 1987) e na ressíntese de fosforil creatina (Sahlin et al., 1975) afetando o computo geral de produção de ATP para a contração muscular.

A reação de formação da carnosina é catalisada pela enzima carnosina sintase (CARNS), e necessita dos aminoácidos histidina (abundante em nosso organismo) e beta-

alanina. Contudo, a beta-alanina é produzida em pequenas concentrações pelo fígado (Fritzson and Pihl, 1957) e a oferta pela alimentação é insuficiente, provendo em média 380mg de beta-alanina por 100g de peito de frango (Jones, 2011).

Ao passo que Harris et al. (2006) demonstraram que a oferta de beta-alanina por meio da dieta é fator limitante para a síntese de carnosina. A suplementação do dipeptídeo carnosina torna-se ineficiente, pois esta, passa rapidamente por hidrólise nos tecidos por isoformas da enzima carnosinase (Harris et al., 2012). Pesquisas têm demonstrado que doses entre 3,2 e 6,4 g/dia de beta-alanina, administradas em períodos de 4 a 24 semanas, oferecem segurança e aumentam significativamente o conteúdo de carnosina muscular, levando a melhora de capacidade e performance física (Harris et al., 2006, Hill et al., 2007, Saunders et al., 2017a, Saunders et al., 2017c, Dolan et al., 2019). Atualmente a administração de beta-alanina como suplemento tamponante para atletas, ganha destaque e já possui boa sustentação. Seu reconhecimento como agente ergogênico em exercícios de alta intensidade, possui robusto amparo científico por dados meta-analíticos, indicando seus efeitos de melhora sobre o desempenho e capacidade física (Hobson et al., 2012, Saunders et al., 2017a)

A acidose quando induzida por exercício físico tem sido evidenciada como uma das causas de fadiga periférica (Debold, 2012), e a suplementação de beta-alanina demonstrou-se eficiente em exercícios de alta intensidade com durações entre 30 s e 10 min (Saunders et al., 2017a). Observou-se melhora de resultados em diversas modalidades esportivas incluindo o remo de 2,000-m (Baguet et al., 2010, Ducker et al., 2013b, Hobson et al., 2014), natação 100 e 200-m (Painelli Vde et al., 2013), ciclismo de 4-km (Bellinger and Minahan, 2016) e corrida de 800-m (Ducker et al., 2013a). Embora haja grande evidência apontando melhora de rendimento em diversas modalidades esportivas e competitivas por meio da suplementação de beta-alanina, até a data não existem estudos que investigaram sua eficácia no desempenho CrossFit®. Este que, como modalidade de alta intensidade, possui forte fundamentação para que sejam investigados os efeitos da suplementação de beta-alanina sobre a performance geral.

### **Bicarbonato de sódio e desempenho esportivo**

O bicarbonato de sódio, por sua vez, é outro composto sanguíneo importante para a manutenção do pH em todos os sistemas, e tem destaque como potencial agente suplementável desde o início do século passado (Dennig et al., 1931). Este atua aumentando o efluxo de íons  $H^+$  para o meio extracelular conforme o aumento de suas

concentrações (Mainwood and Worsley-Brown, 1975), mediante a atividade de transportadores de monocarboxilato (MCT's) (Bonen, 2000, Bonen, 2001).

No cenário atual, o uso do bicarbonato de sódio como suplemento alimentar, aponta considerável melhora de desempenho esportivo e capacidade física em revisão sistemática (Heibel et al., 2018) e, estatisticamente, em meta-análises (de Oliveira et al., 2022, Carr et al., 2011). Cápsulas totalizando 0,3g de bicarbonato por quilo de peso corporal, é a dose mais recomendada, em virtude do trabalho prévio de McNaughton and Cedaro (1992). Este trabalho, apresentou maior benefício tamponante com menor risco de distúrbios gastrointestinais severos quando utilizadas essas quantidades; distúrbios esses que poderiam limitar a performance (Saunders et al., 2014b). A suplementação de bicarbonato de sódio já apresentou bons resultados em diversas modalidades esportivas, como no ciclismo (Saunders et al., 2014b), natação 100 e 200-m (Painelli Vde et al., 2013), no remo de 2,000- m (Hobson et al., 2014, Hobson et al., 2013), corrida de 400-m (Goldfinch et al., 1988), taekwondo (Lopes-Silva et al., 2018) e boxe (Siegler and Hirscher, 2010).

Até a data, apenas um trabalho realizado com 21 indivíduos (9 mulheres e 12 homens) e mínimo de 2 anos de prática de CrossFit®, observou os efeitos da suplementação de bicarbonato de sódio, demonstrando 6,1% de melhora no número total de repetições no WOD FGB (Durkalec-Michalski et al., 2018). Contudo, o protocolo foi realizado de maneira crônica e progressiva ao longo de 10 dias, atingindo a dose final nos dias 9 e 10 de 0,15 g/kg. Tal estratégia, diverge das dosagens mais indicadas para administração do bicarbonato de sódio como suplemento esportivo. Isto posto, é importante que protocolos que adotem doses agudas sugeridas pela literatura (0,3g kg/peso) sejam realizados, bem como no presente estudo.

### **Beta-alanina e Bicarbonato de sódio – Efeitos aditivos?**

A beta-alanina e o bicarbonato de sódio são suplementos classificados como efetivos e são tema de um número crescente de revisões e metanálises que apontam evidências de suas importâncias como substâncias ergogênicas para a performance esportiva e capacidade física (Carr et al., 2011, Hobson et al., 2012, Saunders et al., 2017a, de Oliveira et al., 2022, Huerta Ojeda et al., 2020, Grgic et al., 2020a, Grgic et al., 2020b, Saunders et al., 2022). Visto que, estas substâncias possuem mecanismos de atuação similares mas distintos, sendo tamponante intracelular e extracelular, pode-se acreditar que o uso concomitante de beta-alanina e bicarbonato de sódio apresenta melhor benefício

geral quando comparado com apenas a beta-alanina, por exemplo (Saunders et al., 2017a).

Isso ocorreria porque o pH muscular seria mantido em homeostase por duas vias de tamponamento diferentes e simultaneamente, o que surtiria maior efeito do que com o uso de uma substância sendo administrada isoladamente. Embora ainda inconclusivo, este possível efeito potencializador foi diversas vezes observado na literatura em sob a capacidade e desempenho esportivo em diferentes modalidades (Tobias et al., 2013, Sale et al., 2011, Bellinger et al., 2012). Entretanto, existem estudos que apresentaram nenhum benefício adicional na administração simultânea destas substâncias (Danaher et al., 2014, Saunders et al., 2014a). Em revisão sistemática com metanálise recentemente submetida (Bowen, 2023), foi observada apenas uma melhora de pequena significância com uso destes suplementos em conjunto quando em comparação com o placebo, talvez por conta da atual escassez de estudos robustos que investiguem este efeito.

Apesar da eficácia do uso de um suplemento tamponante ter sido observada no CrossFit® (Durkalec-Michalski et al., 2018), até a presente data, nenhum estudo investigou os efeitos da suplementação de beta- alanina isoladamente ou em conjunto com o bicarbonato de sódio no CrossFit®. CrossFit® WOD's são atividades de alta intensidade, capazes de promover grande acúmulo de H<sup>+</sup> e levando à acidose muscular, contudo, uma estratégia direcionada para aumentar a capacidade de tamponamento pode prover benefícios neste tipo de exercício. Portanto, o objetivo deste estudo é observar os efeitos da beta-alanina, do bicarbonato de sódio e a co-suplementação das duas substâncias no desempenho do WOD Cindy.

### **Reprodutibilidade do protocolo de exercícios**

Estudos sobre o efeito de agentes tamponantes no desempenho e capacidade física, exigem múltiplas repetições de um protocolo, com e sem suplementação, para determinar quaisquer melhorias após a suplementação. A reprodutibilidade de um protocolo de exercício é uma consideração importante, principalmente quando se leva em conta que muitos efeitos de intervenção podem ser pequenos. Portanto, o protocolo de exercício empregado deve ser confiável para determinar se as diferenças são devidas à intervenção nutricional (por exemplo) ou simplesmente devido à variação natural do teste. A reprodutibilidade de um protocolo é um reflexo da constância dos dados quando as medições são realizadas em várias ocasiões sob condições idênticas (Currell and Jeukendrup, 2008). Apesar disto, sempre haverá um grau de erro de medição devido a uma variedade de fatores, incluindo variação biológica e circadiana, falha de

instrumentação e erros do participante e do experimentador (Swinton et al., 2018). Determinar a reprodutibilidade de um protocolo, geralmente envolve fazer com que os participantes realizem o mesmo teste de exercício em duas ocasiões distintas, frequentemente após pelo menos uma familiarização e sob as mesmas condições estritamente controladas. A diferença de desempenho entre as sessões, é então calculada usando métricas como o coeficiente de variação (CV), correlação de Pearson, correlação intraclass (ICC), limites de concordância de 95% ou erro típico (Currell and Jeukendrup, 2008, Hopkins, 2000, Swinton et al., 2018). O CV é considerado uma estatística apropriada de fácil interpretação, pois é expresso como uma porcentagem, uma vez que utiliza o desvio padrão como uma porcentagem da média, permitindo uma comparação fácil entre diferentes protocolos de exercício (Currell and Jeukendrup, 2008). Embora não haja um limite específico, os CVs acima de 10% costumam ser considerados muito altos, tornando o teste inadequado. Até a data, apenas um estudo investigou a confiabilidade de um protocolo CrossFit® e mostrou excelente confiabilidade para o número total de repetições (ICC: 0,9, (Durkalec-Michalski et al., 2021)). Até o momento, nenhum estudo determinou a confiabilidade do protocolo CrossFit® Cindy, que foi um dos objetivos do presente estudo.

## **OBJETIVOS**

### *Objetivo Geral*

Investigar os possíveis efeitos decorrentes da suplementação de beta-alanina e bicarbonato isoladamente e em conjunto na prática do CrossFit®, mais precisamente em realização do WOD Cindy, bem como sua reprodutibilidade.

### *Objetivos específicos*

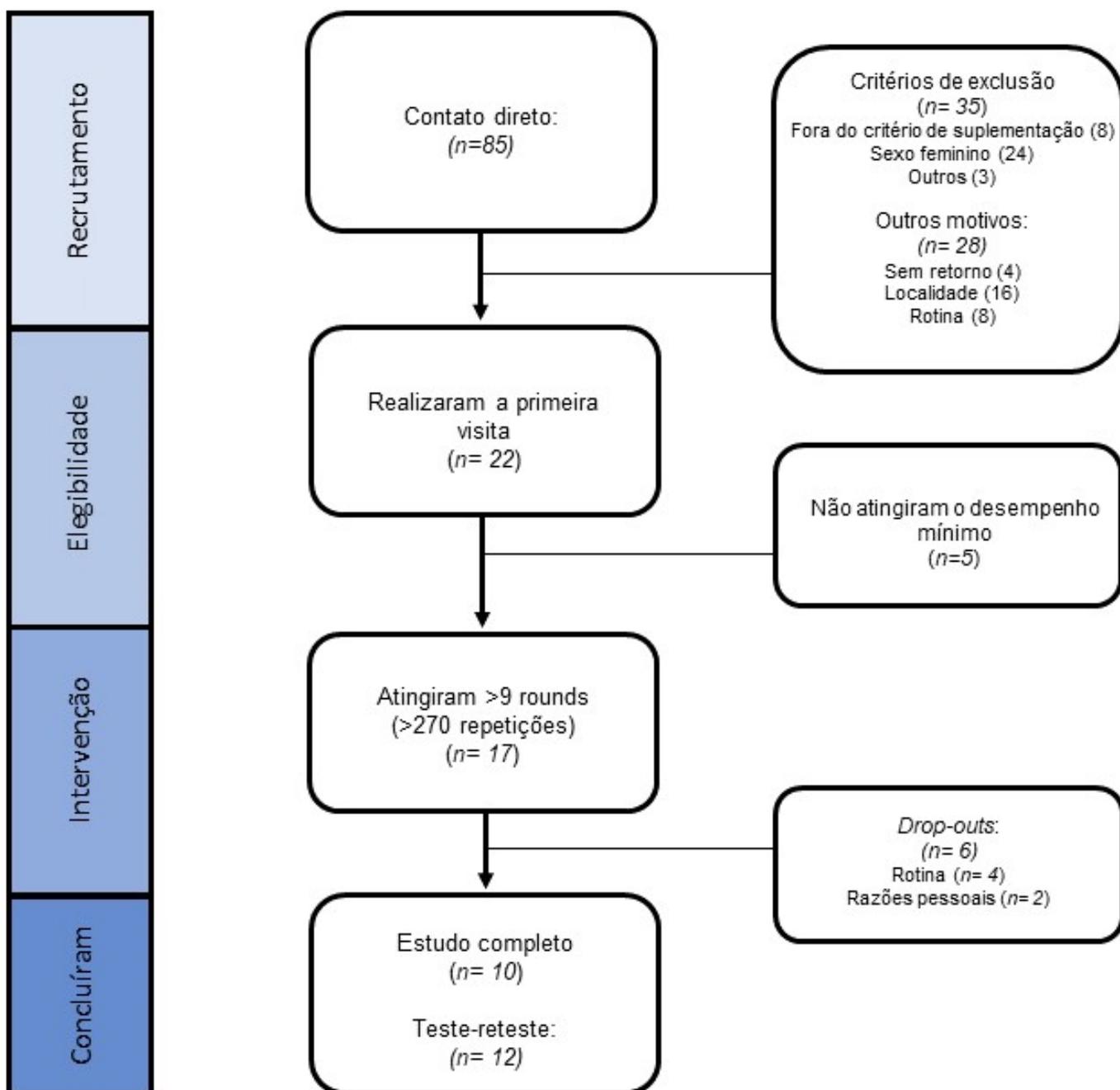
- Observar os efeitos da beta-alanina e do bicarbonato de sódio, de forma isolada ou em combinação no desempenho do WOD Cindy.
- Os efeitos da suplementação de bicarbonato de sódio em parâmetros sanguíneos antes, após uma hora da suplementação e após o WOD Cindy.

- Avaliar a reprodutibilidade do teste físico composto por aquecimento específico mais WOD Cindy.

## **MÉTODOS**

### **Participantes**

Foi realizada uma análise de potência com o G\*Power (v. 3.1, University of Düsseldorf, Germany) (Faul et al., 2007). O tipo de teste de poder adotado foi uma ANOVA com medidas repetidas e interações intra-entre. Assumindo um poder estatístico de 0,8 e um nível alfa de 0,05, e usando um tamanho de efeito ( $d = 0,4$ ) (Hobson et al., 2012), e uma correlação de 0,9, o tamanho total da amostra calculado necessário foi de 20 participantes, o que equivale a 10 participantes por grupo. Contudo, devido também a reflexos da pandemia do SARS-CoV-2 que levaram a reestruturação deste estudo, obtivemos dificuldade até o presente momento com o recrutamento de voluntários aptos a participar, sendo 12 voluntários finalizados para avaliação de reprodutibilidade e 10 que concluíram todo o estudo.



**Figura 1.** Fluxograma do recrutamento de participantes.

Para participar do estudo, os interessados deveriam ser do sexo masculino (18 a 45 anos de idade), dominar técnica de *kippling* e/ou *butterfly pull-up* e desempenho mínimo condizente a mais que 9 *rounds* completos (>270 repetições) no Cindy. Eles não deveriam estar sob o uso de bicarbonato de sódio como suplemento nem poderiam ter

utilizado suplementos contendo beta- alanina durante os últimos 6 meses. No caso do uso de creatina, os voluntários não poderiam ter feito a suplementação nos 3 meses anteriores aos testes, ou caso estivessem sob o uso em dosagens e tempo suficientes para obtenção das respostas fisiológicas advindas do composto (adotado como acima de 60 dias no presente estudo), foram instruídos para que continuassem sob ingestão das doses de manutenção até o término do estudo. Critérios de exclusão foram aplicados a indivíduos portadores de doenças crônicas e sob o uso de substâncias farmacológicas melhoradoras de performance.

**Tabela 1.** Dados antropométricos dos participantes (N=12)

<b>Dados antropométricos</b>	<b>Média ± DP</b>
Idade (anos)	35 ± 7
Altura (m)	1,77 ± 0,05
Massa corporal (kg)	82,87 ± 9,99
Índice de Massa Corporal (kg/m <sup>2</sup> )	26,5 ± 3,1

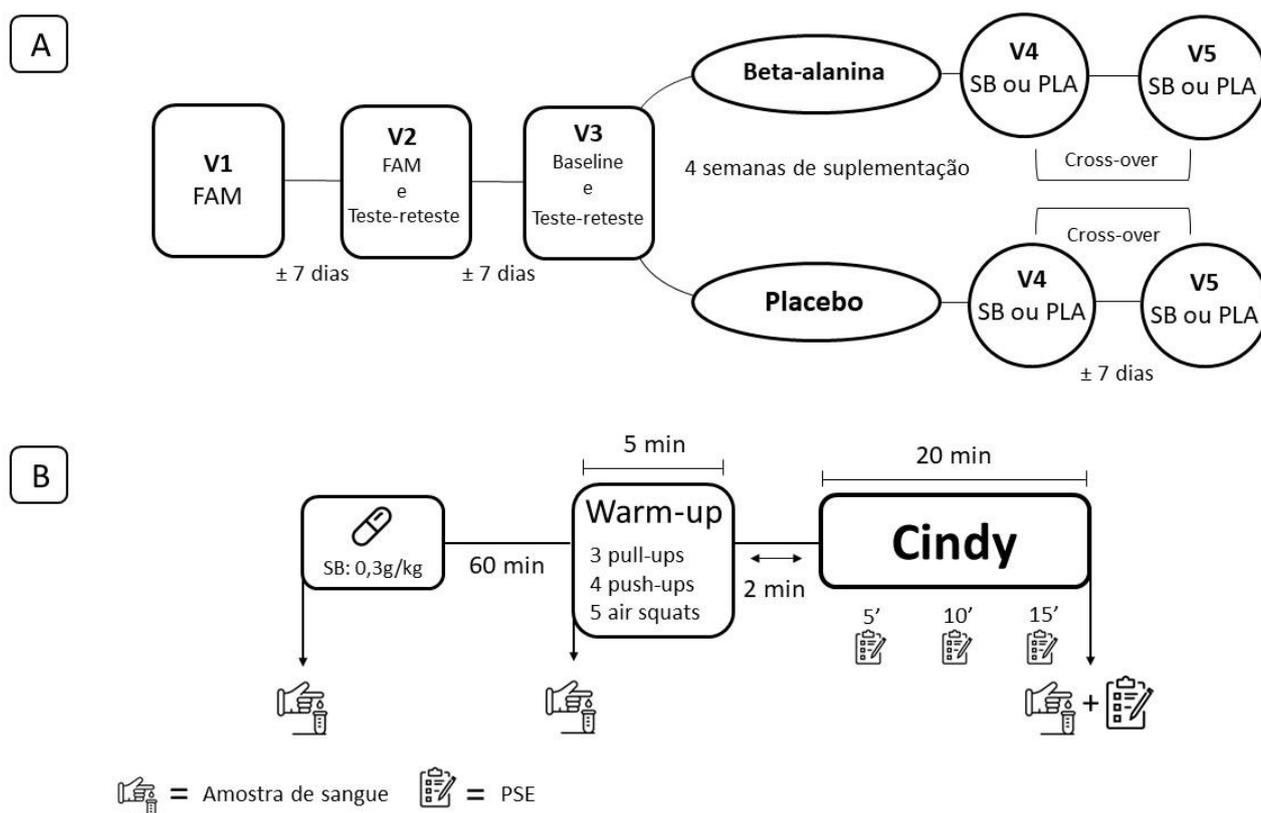
### **Desenho experimental**

. O projeto avaliou tanto a reprodutibilidade do teste físico (teste reteste) quanto os efeitos da suplementação e contou com 5 visitas totais, sendo que a primeira visita foi para familiarização, a segunda visita foi uma segunda familiarização e também o primeiro teste para o teste reteste e a terceira visita foi o desempenho basal dos grupos descritos a seguir e também o segundo teste para o teste reteste. A quarta e quinta visitas, aconteceram pós período de suplementação crônica e serão descritas abaixo. O estudo é de desenho randomizado, duplo-cego e controlado por placebo. Os participantes foram alocados aleatoriamente em dois grupos de maneira equalizada, com base no desempenho prévio no protocolo de exercício físico.

As condições observadas estão representadas por abreviações dos agentes suplementados em grupos paralelos durante o período crônico de 4 semanas, sendo BA (beta-alanina) ou PLA (maltodextrina como placebo). Seguido da abreviação dos agentes suplementados de maneira aguda por cada grupo em modelo cruzado, sendo SB

(bicarbonato de sódio) e PLA (carbonato de cálcio como placebo).

Inicialmente, os dois primeiros grupos foram os seguintes: 1) BA ( $n = 5$ ), o qual recebeu 6,4 g/d durante 4 semanas (2 x 800 mg, 4 vezes por dia em intervalos de 3 – 4 horas); e 2) PLA ( $n = 5$ ), o qual recebeu maltodextrina durante as 4 semanas (2 x 800 mg, 4 vezes por dia em intervalos de 3 – 4 horas). Após o período de suplementação os voluntários de cada grupo foram novamente realocados dando origem a 4 novas condições: 1) BA+SB, 2) BA+PLA, 3) PLA+SB e 4) PLA+PLA. Onde haverá a suplementação aguda de 0,3 g/kg de bicarbonato de sódio ou placebo (Farmácia Analítica, Brasil) em cápsulas gelatinosas opacas juntamente a 500 ml de água uma hora antes do protocolo de exercícios. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Medicina e Esporte da Universidade de São Paulo / FMUSP (CAAE: 19630819.0.0000.0065).



**Figura 2.** Desenho do estudo (Painel A: Desenho ao longo de ~7 semanas. Painel B: Protocolo executado, com e sem SB).

### **Protocolo de exercícios**

Antes dos testes, os participantes preencheram um questionário de prontidão de atividade física (PAR-Q), especificamente elaborado para evitar que indivíduos doentes realizem exercício físico, a fim de assegurar a saúde dos candidatos ao estudo. Todas as perguntas realizadas são voltadas para descoberta de qualquer potencial risco a saúde associado ao exercício. Caso o indivíduo responda “SIM” em uma ou mais questões, isso nos sugere que há uma condição limitante e levaria a exclusão do indivíduo do estudo para sua segurança. Não obstante, o PAR-Q representa um método validado assegurando que potenciais riscos não foram negligenciados, ressaltando que houve a confirmação verbal com cada um dos participantes de que eles estavam aptos a participar sem qualquer mal a própria integridade. Além disso, todos os testes foram realizados no Laboratório de Adaptação ao Treinamento de Força sob a supervisão de um fisiologista treinado (Dr. Bryan Saunders), enquanto um médico (Dr. Luiz Riani) esteve de prontidão em caso de alguma emergência médica.

#### Wod Cindy

O protocolo foi composto por aquecimento específico seguido do Cindy. O Cindy consiste em um *WOD (Workout Of the Day)* realizado em *AMRAP (As Many Repetitions As Possible)*, em que o indivíduo realizara o maior número de séries e repetições de 5 *pull-ups*, 10 *push-ups* e 15 *air-squats* com o peso corporal dentro de 20 minutos. O aquecimento específico por sua vez, foi composto de 3 *pull-ups*, 4 *push-ups*, e 5 *air-squats* com o total de 5 rounds a serem realizados em até 5 minutos. Os movimentos executados seguiram os seguintes critérios:

*Pull-up*: A posição inicial é com o indivíduo pendurado na barra em pronação, com a distância entre as mãos maior do que a largura do quadril e com os cotovelos completamente estendidos. A partir dessa posição, por meio da flexão dos cotovelos, o queixo deve passar da altura da barra, sendo permitida a técnica de *kipping pull-up* e *butterfly pull-up*.

*Push-up*: Parte das mãos no solo na largura dos ombros, cotovelos totalmente estendidos, pés paralelos tocando o chão, realizando a flexão dos cotovelos até que o peito toque o solo, e então retornando à posição inicial.

*Air-squat*: Tem início com joelhos e quadril alinhados, pés posicionados na largura dos ombros e com leve rotação lateral, o agachamento deve atingir minimamente os 90°.

### **Parâmetros sanguíneos**

Foram realizadas coletas sanguíneas da ponta dos dedos dos voluntários em tubos capilares heparinizados de 140 µl em todas as sessões com exceção da primeira visita (familiarização) para análise em hemogasometria (PrimePlus, Nova Biomedical, EUA). Foram avaliadas concentrações de pH, bicarbonato e lactato. As amostras foram coletadas pré e pós-exercício nas visitas 2 e 3, enquanto as visitas 4 e 5 tiveram amostras coletadas pré-suplementação, pós-suplementação e pós-exercício, devido ao teste cruzado para bicarbonato

### **Efeitos colaterais e expectativa**

Questionários para efeitos colaterais relacionados ao bicarbonato foram aplicados nos momentos pré-suplementação, pós-suplementação e pós exercício (anexo2). Enquanto questionários de expectativa foram aplicados ao término do protocolo de exercícios (anexo1). Ambos foram realizados nas visitas 4 e 5 com o objetivo de identificar possíveis interferências de efeitos colaterais no desempenho e falhas no cegamento dos voluntários.

### **Monitoramento do consumo alimentar, suplementação e treinamento.**

Ao longo do estudo, os voluntários foram instruídos a manterem hábitos da rotina e alimentares e não ingressar em quaisquer dietas durante o período de testes. Indivíduos que faziam o uso de creatina a tempo e quantidade suficientes para adquirirem o efeito

ergogênico do agente foram instruídos a manter o uso ao longo de todo projeto. Recordatórios alimentares foram realizados referentes ao dia anterior e ao dia do teste para avaliação do consumo alimentar.

A avaliação da ingestão alimentar consiste no registro de alimentos (comidas e bebidas) ingeridas no período com auxílio visual de um álbum com imagens dos alimentos e porções em tamanho real para quantificação. Suplementos alimentares consumidos também foram registrados, bem como o valor energético e macronutrientes, que foram analisados pelo software DietBox (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil).

### **Análise estatística**

#### Teste-reteste

Os dados foram analisados utilizando SAS OnDemand for Academics (SAS<sup>®</sup>, SAS Institute Inc., USA) e estão apresentados como média  $\pm$  1 DP, a menos quando dispostos de outra forma. Os dados de exercício foram analisados adotando a diferença média e intervalos de confiança de 95% (95% IC), correlações intra-classe (ICC, modelo absoluto, medidas repetidas, duas vias fixas), viés sistemático, coeficiente de variação (CV) e testes-T. Foram calculados os tamanhos de efeito de G de Hedge com correção para pequeno tamanho amostral e ICs de 95%. Os parâmetros sanguíneos foram avaliados através de modelos mistos, assumindo visita (2 níveis) e tempo (2 níveis) como fatores fixos. Indivíduos foram considerados como um fator randômico para todos os modelos mistos. Ajustes de Tukey-Kramer foram realizados quando um valor de F significativo fora obtido. Foi assumida significância estatística quando  $P \leq 0.05$ .

#### Efeitos da suplementação sobre o desempenho no Cindy

Os dados foram analisados utilizando o SAS OnDemand for Academics (SAS<sup>®</sup>, SAS Institute Inc., EUA) e são apresentados como média  $\pm$ 1 DP, a menos que indicado de outra forma. O efeito do SB no desempenho do exercício foi analisado usando um modelo misto de uma via, assumindo visita (2 níveis; PLPL e PLSB) como fator fixo, com o desempenho pré-suplementação (Baseline) utilizado como covariável. O efeito de BA no desempenho do exercício foi analisado usando um modelo misto de duas vias, assumindo grupo (2 níveis; BA e PL) e visita (2 níveis; Linha de base, Pós-

suplementação) como fatores fixos, com o desempenho pré-suplementação (Linha de base) utilizado como covariável. O efeito de BASB no desempenho do exercício foi analisado utilizando modelos mistos comparando os efeitos com PL [comparação: BASB vs. PLPL], BA isoladamente [comparação: BASB vs. BAPL] e SB isoladamente [comparação: BASB vs. PLSB]. Os dados de exercício também foram analisados usando um modelo misto considerando grupo (2 níveis) e visita (3 níveis) como fatores fixos, com o desempenho pré-suplementação (Baseline) utilizado como covariável. As respostas sanguíneas foram analisadas usando um modelo misto de três vias com grupo (2 níveis), visita (3 níveis) e tempo (2 ou 3 níveis) como fatores fixos. Frequência cardíaca (média e máxima), PSE (geral) e dados alimentares (ingestão total de energia, carboidratos (CHO), proteína (PRO) e lipídeos (LIP) foram analisados usando um modelo misto de duas vias com grupo (2 níveis) e visita (3 níveis) como fatores fixos. Indivíduos foram considerados um fator aleatório para todos os modelos mistos. Ajustes de Tukey Kramer foram realizados quando um valor de F significativo foi obtido. A significância estatística foi aceita quando  $P \leq 0.05$ .

## RESULTADOS

### Teste Reteste

Houve um efeito significativo das visitas sobre o número de repetições realizadas ( $P=0.03$ ), onde não houve diferença entre as visitas 1 e 2 ( $422 \pm 111$  vs.  $450 \pm 110$  reps;  $d = P=0.14$ ) ou visitas 2 e 3 ( $450 \pm 110$  vs.  $462 \pm 125$  reps;  $P=0.63$ ), contudo, observou-se diferença entre as visitas 1 e 3 ( $422 \pm 111$  vs.  $462 \pm 125$  reps;  $P=0.02$ ). Observamos melhora nos valores de coeficiente de variação e erro típico do intervalo visita1-visita-2 para o intervalo visita2-visita3, informações presentes nos dados de confiabilidade dispostos na Tabela 2. Houve uma correlação significativa entre visita 1 e visita 2 ( $r = 0.87$ ,  $P=0.0003$ ), visita 1 e visita 3 ( $r = 0.97$ ,  $P<0.0001$ ) e visita 2 e visita 3 ( $r = 0.91$ ,  $P<0.0001$ ). Estas correlações estão dispostas na Figura 3.

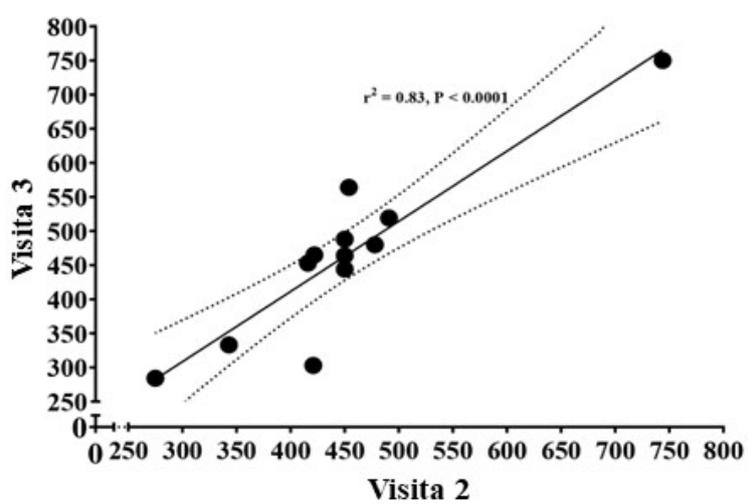
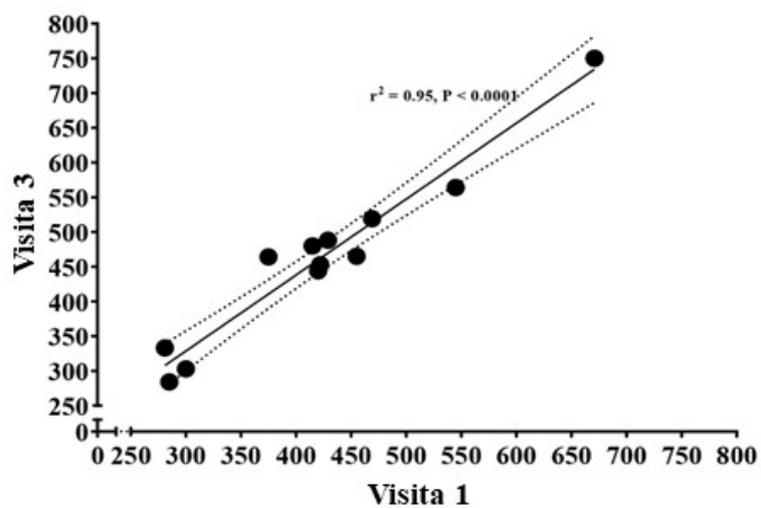
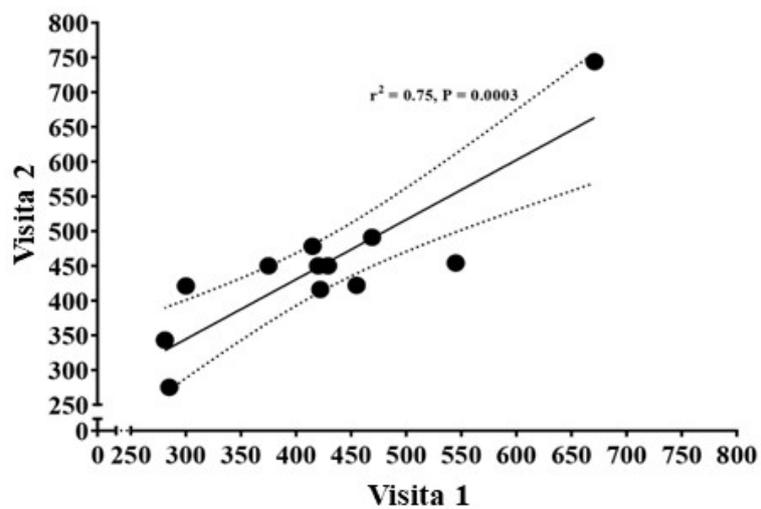


Figura 3. Relação de desempenho no exercício (em repetições) entre visitas.

**Tabela 2.** Resumo dos dados de reprodutibilidade entre sessões.

	<b>V1 vs. V2</b>	<b>V1 vs. V3</b>	<b>V2 vs. V3</b>
<b>Diferença média [IC 95%]</b>	27 [-67, 121]	40 [-60, 140]	13 [-87, 113]
<b>CV (%)</b>	8.43	6.27	5.77
<b>Viés médio (reps)</b>	27	40	13
<b>Viés médio (%)</b>	7.1	9.2	2.0
<b>D de Hedge</b>	0.20	0.27	0.09
<b>ICC [IC 95%]</b>	0.87 [0.58, 0.96]	0.97 [0.91, 0.99]	0.91 [0.70, 0.97]
<b>P-value (ajustado <i>post-hoc</i>)</b>	P = 0.14	P = 0.02	P = 0.63

### **Parâmetros sanguíneos**

Não houveram diferenças significantes em parâmetros sanguíneos entre as visitas (all  $P > 0.05$ ). Não houve efeito de visita ( $P = 0.07$ ) ou visita x tempo de interação ( $P = 0.12$ ) para pH, porém, observou-se efeito do tempo ( $P < 0.0001$ ) com valores menores pós exercício (Tabela 2). Não houve efeito de visita ( $P = 0.07$ ) ou visita x tempo de interação ( $P = 0.17$ ) para bicarbonato, mas houve efeito do tempo ( $P < 0.0001$ ) com valores menores pós exercício (Tabela 2). Não houve efeito de visita ( $P = 0.19$ ) ou visita x tempo de interação ( $P = 0,36$ ) para lactato, mas houve efeito do tempo ( $P < 0.0001$ ) com valores maiores pós exercício (Tabela 2).

**Tabela 3.** pH sanguíneo, bicarbonato e lactato através das sessões.

	Basal	Pós-exercício
<b>pH*</b>		
Visita 2	7.432 ± 0.025	7.278 ± 0.043
Visita 3	7.438 ± 0.014	7.323 ± 0.061
<b>Bicarbonato* (mmol·L<sup>-1</sup>)</b>		
Visita 2	21.8 ± 2.4	10.7 ± 2.6
Visita 3	22.0 ± 2.6	13.2 ± 3.2
<b>Lactato* (mmol·L<sup>-1</sup>)</b>		
Visita 2	1.2 ± 0.6	12.8 ± 3.7
Visita 3	0.9 ± 0.2	11.2 ± 2.9

\*P&lt;0.0001, Efeito do tempo.

**Avaliação do consumo alimentar**

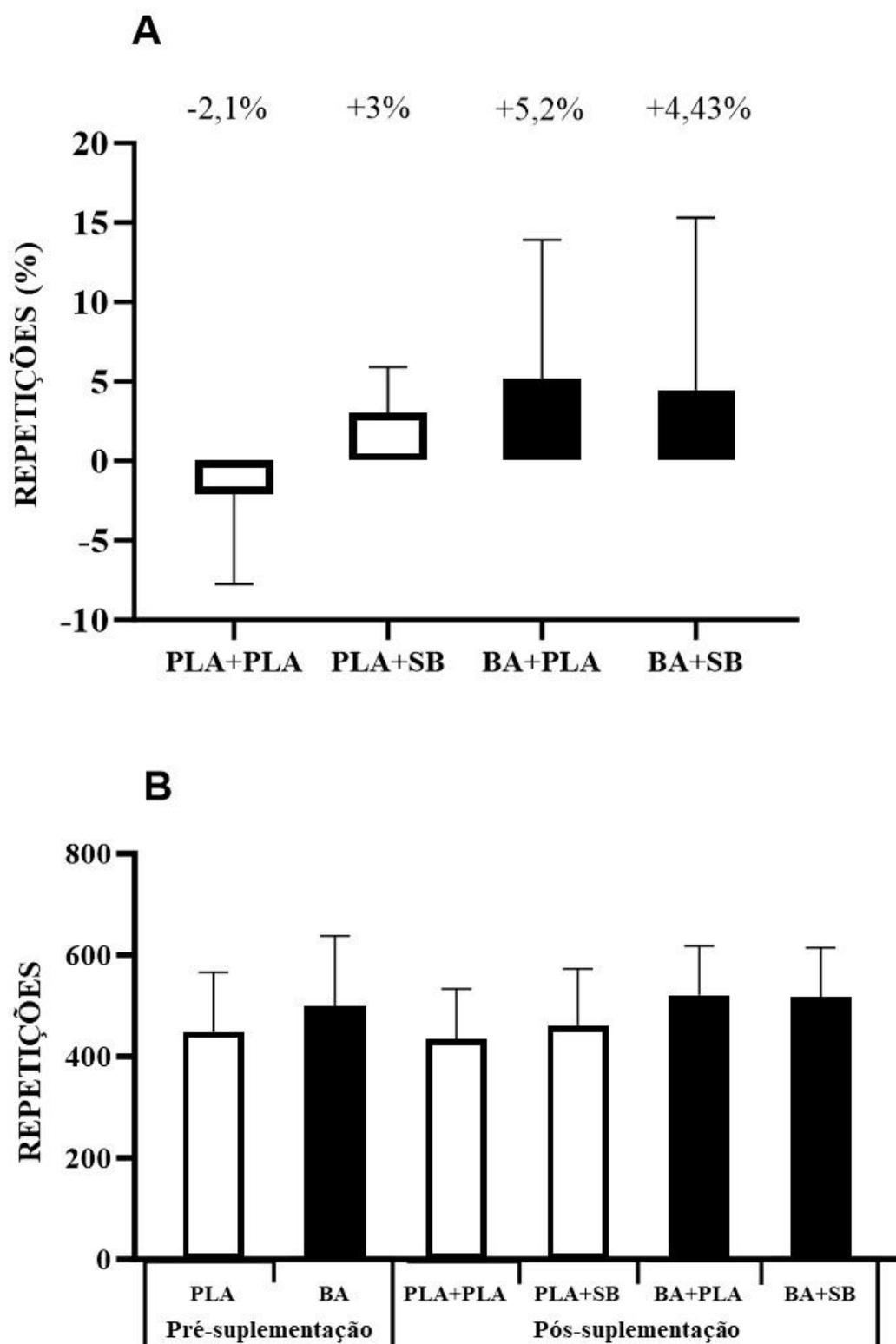
Não houve efeito de grupo (P=0,38), de tempo (P=0,66) ou da interação grupo x tempo (P=0,55) na ingestão total de energia. Não houve efeito de grupo (P=0,63), de tempo (P=0,33) ou da interação grupo por tempo (P=0,21) na ingestão de carboidratos (CHO). Não houve efeito de grupo (P=0,64), de tempo (P=0,07) ou da interação grupo por tempo (P=0,08) na ingestão de proteínas (PRO). Não houve efeito de grupo (P=0,27), de tempo (P=0,29) ou da interação grupo por tempo (P=0,86) na ingestão de lipídeos (LIP).

**Tabela 4.** Ingestão dietética no dia anterior as visitas 1 a 3 (N=10)

	24 horas anteriores ao teste											
	Visita 1				Visita 2				Visita 3			
	CHO (g/kg)	PRO (g/kg)	LIP (g/kg)	ENERGIA kcal	CHO (g/kg)	PRO (g/kg)	LIP (g/kg)	ENERGIA kcal	CHO (g/kg)	PRO (g/kg)	LIP (g/kg)	ENERGIA kcal
<b>MÉDIA</b>	3,9	2,1	1,2	2864	3,9	1,9	1,2	2785	4	2	1,2	2925
<b>DP</b>	0,6	0,4	0,4	418,1	1	0,3	0,5	570,7	1	0,4	0,2	515,6

### **Efeitos da suplementação sobre o desempenho no Cindy**

Não houve efeito significativo do SB no desempenho do exercício em comparação com o PLA ( $P=0,11$ ). Houve um efeito significativo do grupo ( $P=0,005$ ), mas não do tempo ( $P=0,78$ ) nem da interação grupo x tempo ( $P=0,21$ ) para BA no desempenho do exercício. Houve um efeito significativo do grupo ( $P=0,007$ ) e da interação grupo x tempo ( $P=0,04$ ) para BA+SB em comparação com o placebo no desempenho do exercício, mas nenhum efeito de tempo ( $P=0,71$ ). A análise post hoc mostrou apenas uma diferença entre BA+SB e PLA+PLA pós-suplementação. Não houve efeito do grupo ( $P=0,44$ ), do tempo ( $P=0,35$ ) ou da interação grupo x tempo ( $P=0,86$ ) para BA+SB em comparação com SB no desempenho do exercício. Não houve efeito de BA+SB em comparação com BA no desempenho do exercício ( $P=0,49$ ). Não houve efeito do grupo ( $P=0,06$ ), do tempo ( $P=0,45$ ) ou da intervenção grupo x tempo ( $P=0,33$ ) no desempenho do exercício.



**Figura 4.** Relação do desempenho no teste Cindy em cada condição (Painel A: Diferença do desempenho basal de repetições em percentual. Painel B: Total de repetições para cada grupo e condição).

### **Parâmetros sanguíneos**

Não houve efeitos ou interações significativas para o pH sanguíneo (all  $P \geq 0,42$ ), exceto por um efeito de tempo ( $P < 0,0001$ ), com uma diminuição de pré para pós-exercício ( $P < 0,0001$ ). Não houve efeitos ou interações significativas para a concentração de bicarbonato sanguíneo (all  $P \geq 0,23$ ), exceto por um efeito de tempo ( $P < 0,0001$ ), com uma diminuição de pré para pós-exercício ( $P < 0,0001$ ). Não houve efeitos ou interações significativas para a concentração de lactato no sangue (all  $P \geq 0,15$ ), exceto por um efeito de tempo ( $P < 0,0001$ ), com um aumento de pré para pós-exercício ( $P < 0,0001$ ).

### **Outras medidas**

Não houve efeito de grupo ( $P=0,82$ ), de tempo ( $P=0,72$ ) ou da interação grupo x tempo ( $P=0,51$ ) em FC média. Não houve efeito de grupo ( $P=0,90$ ), de tempo ( $P=0,89$ ) ou da interação grupo x tempo ( $P=0,69$ ) em FC máx. Não houve efeito de grupo ( $P=0,15$ ), de tempo ( $P=0,69$ ) ou da interação grupo x tempo ( $P=0,21$ ) em PSE.

### **Avaliação do consumo alimentar e treinamento**

Não houve efeito de grupo ( $P=0,38$ ), de tempo ( $P=0,66$ ) ou da interação grupo x tempo ( $P=0,55$ ) na ingestão total de energia. Não houve efeito de grupo ( $P=0,63$ ), de tempo ( $P=0,33$ ) ou da interação grupo por tempo ( $P=0,21$ ) na ingestão de CHO. Não houve efeito de grupo ( $P=0,64$ ), de tempo ( $P=0,07$ ) ou da interação grupo por tempo ( $P=0,08$ ) na ingestão de proteínas (PRO). Não houve efeito de grupo ( $P=0,27$ ), de tempo ( $P=0,29$ ) ou da interação grupo por tempo ( $P=0,86$ ) na ingestão de lipídeos (LIP). Análises de treinamento não apontaram efeito de grupo ( $P = 0.28$ ), ou interação grupo x tempo ( $P = 0.91$ ), mas houve efeito de tempo ( $P = 0.002$ ).

**Tabela 5.** Ingestão dietética no dia anterior as visitas 3 a 5 (N=10)

	24 horas anteriores ao teste											
	Visita 3				Visita 4				Visita 5			
	CHO (g/kg)	PRO (g/kg)	LIP (g/kg)	ENERGIA kcal	CHO (g/kg)	PRO (g/kg)	LIP (g/kg)	ENERGIA kcal	CHO (g/kg)	PRO (g/kg)	LIP (g/kg)	ENERGIA kcal
<b>MÉDIA</b>	4,0	2,0	1,2	2925	3,9	2,0	1,3	2904	4,3	1,8	1,3	2973
<b>DP</b>	1,0	0,4	0,2	515,6	1,0	0,3	0,3	393,2	1,1	0,4	0,3	402,6

## DISCUSSÃO

Observamos que, as análises de desempenho apontam menor variação no número de repetições totais ao longo das visitas, diminuída entre o intervalo visita2-visita3 quando em comparação com visita1-visita2. Enquanto isso, parâmetros sanguíneos apresentaram valores baixos para pH e bicarbonato, e altos para lactato, todos imediatamente pós-exercício. Analisando os resultados da suplementação de tamponantes, não foi observado melhoras no desempenho do Cindy, destacando apenas uma diferença entre os grupos BA+SB e PLA+PLA.

### Teste Reteste

Como um dos objetivos deste estudo, nos propusemos a observar variações no desempenho e de parâmetros sanguíneos no teste Cindy, com o intuito de avaliar sua reprodutibilidade para determinar sua aplicabilidade em estudos com a prática do CrossFit®. Durante as três primeiras visitas, replicamos o protocolo composto de aquecimento específico mais teste Cindy, com a hipótese de provocar respostas fisiológicas condizentes com exercícios de alta intensidade, curta duração e que representassem o CrossFit®. As medidas de reprodutibilidade adotadas em nossa análise nos sugerem um efeito de aprendizagem ao decorrer das sessões, já citado por Stein et al. (2020) previamente com o teste Cindy. Contudo, destaca-se a melhora de confiabilidade dos resultados obtidos do intervalo “visita1-visita2” para o intervalo “visita2-visita3”, apontando a importância da realização da familiarização. Dentre os resultados obtidos,

observamos  $CV \leq 6\%$  e  $ICC > 0.9$  entre visitas, similar ao observado por Durkalec-Michalski et al. (2021) e sugerindo boa reprodutibilidade do protocolo de exercícios adotado. Ademais, para a testagem de tamponantes a seguir, adotamos 2 familiarizações prévias ao desempenho basal dos grupos, reduzindo ainda mais a variação resultante do efeito de aprendizagem.

Além de fornecer dados de desempenho confiáveis, é importante que as respostas sanguíneas também sejam semelhantes entre os ensaios. Além disso, se o WOD Cindy for usado como uma ferramenta para investigar intervenções nutricionais projetadas para manipular o pH, ele deve, também, ser limitado pelo aumento da acidose. Embora o pH muscular não tenha sido diretamente medido neste estudo, o pH sanguíneo apresentou grande redução em relação ao valor inicial, imediatamente após o exercício. Em concordância com tal acontecimento, o bicarbonato também apresentou grande redução pós exercício; enquanto a concentração de lactato aumentou significativamente no mesmo momento (tabela 3). O aumento de lactato tem sido associado a até 94% do acúmulo concomitante de  $H^+$  durante o exercício de alta intensidade (Hultman and Sahlin, 1980). Ademais, os valores de lactato observados neste estudo, são semelhantes aos observados após o exercício de alta intensidade, que resulta em baixo pH muscular (Bogdanis et al., 1996), o que pode interferir em vários processos metabólicos, contribuindo para o início precoce da fadiga (Spriet et al., 1989). Isso sugere que o pH muscular reduzido pode impactar o desempenho durante o Cindy.

Estamos cientes de que o número de participantes inferior a 30, possa afetar a robustez de uma avaliação de reprodutibilidade de teste físico (Swinton et al., 2018). Todavia, baseado nas análises estatísticas de desempenho e nos parâmetros sanguíneos aqui analisados, a solidez das respostas obtidas com o Cindy, sugerem que este é um protocolo considerado suficientemente reprodutível e sensível para detectar diferenças na investigação de estratégias nutricionais, portanto, suplementos tamponantes como a beta-alanina e o bicarbonato de sódio.

### **Efeitos da suplementação sobre o desempenho no Cindy**

Através da contagem de repetições durante o Cindy como medida de desempenho, não observamos efeito do bicarbonato de sódio isoladamente representado pelo grupo

PLA+SB, enquanto para o grupo BA+PLA apresentou efeito significativo de grupo, apenas. Contudo, observou-se significância de grupo e interação grupo x tempo entre BA+SB e PLA+PLA. Sugerindo assim, o potencial efeito aditivo das substâncias administradas em conjunto sob o desempenho durante o teste físico. Tais achados estão em contraste com parte da literatura prévia (Saunders et al., 2014a, Danaher et al., 2014, Bowen, 2023), mas similar a outros estudos (Bellinger et al., 2012, Tobias et al., 2013, Sale et al., 2011). Vale ressaltar que a ausência de efeito significativo individual para BA ou SB pode ser em decorrência do pequeno número amostral, talvez ainda insuficiente para detectar um pequeno tamanho de efeito, embora a % de mudança pareça caminhar para um possível efeito nessas condições (figura 4 (Bowen, 2023)). Portanto, a significância observada com as substâncias suplementadas em conjunto, pode ter sido em decorrência de um tamanho de efeito maior, causado pelo efeito aditivo, o qual o presente número amostral (mesmo baixo) foi capaz de detectar. Destaco também, o CV do teste físico adotado, que pode não ter sido suficientemente sensível, mitigando a detecção de menores efeitos. Quanto aos parâmetros sanguíneos, foram observados aumentos pós-exercício de lactato e quedas acentuadas de pH e do bicarbonato plasmático em todos os grupos e condições. O bicarbonato por sua vez, não apresentou aumento significativo quando suplementado. Não foi identificado qualquer potencial efeito por PSE ou frequência cardíaca (FC média, FC máx). Os dados de consumo alimentar sugerem que os voluntários seguiram as indicações propostas mantendo o padrão alimentar sem alterações no peso corporal.

Para nossa surpresa, os valores de bicarbonato plasmático pós suplementação não aumentaram como o esperado ( $<+3$  mmol/L), mesmo adotando métodos efetivos previamente utilizados pelo nosso grupo. Tal ocorrido pode ter sido em decorrência da nossa estratégia de suplementação, sendo realizada a coleta 1 hora após o término da ingestão das capsulas, momento este, que pode não convergir no pico do aumento ocasionado pela suplementação (de Oliveira et al., 2022). Estudos sugerem que a faixa de aumento necessária seria acima de  $>+5$ mmol/L (Carr 2011), enquanto outros  $>+4$ mmol/L (Oliveira 2022), ou até mesmo apontam melhora mesmo sem grandes aumentos sanguíneos (Martin et al., 2023). O período até o início do teste, incluindo o período de aquecimento e o Cindy (com duração de 20 minutos) ainda poderiam estar sendo

influenciados de alguma forma com os aumentos presentes. Pois no intervalo de 75 até 240 minutos pós-suplementação de capsulas de bicarbonato de sódio, haveria um aumento potencialmente ergogênico para o exercício (de Oliveira et al., 2020). Em resumo, a variabilidade de resposta e nossa pequena amostra até o momento, pode ter culminado no presente resultado, porém isso não exclui a possibilidade de efeito da suplementação de bicarbonato no desempenho do Cindy.

Exercícios de alta intensidade são frequentemente descritos na literatura com duração entre 1 e 4 minutos (Hobson et al., 2012), e pensando na acidose muscular, poderíamos nos beneficiar da suplementação de tamponantes em exercícios mais prolongados com duração de até 10 minutos (Saunders et al., 2017a). Sumariamente, parecem menos intensos, e portanto, menos susceptíveis à melhora de desempenho com suplementação de tamponantes, quando possuem duração acima de 10 minutos. Contudo, nós obtivemos valores expressivos para lactato, bicarbonato e pH pós-exercício em todas as visitas, sugerindo alta intensidade do protocolo, mesmo considerando o seu tempo de 20 minutos. Isso se deve em partes, talvez, pela estruturação do Cindy similar a um circuito, com cada um dos três movimentos priorizando uma musculatura alvo distinta a ser exigida intensamente.

### **Limitações**

Considerando o desenrolar do projeto, identificamos como limitações às considerações realizadas, prioritariamente, a atual amostra que encontra-se pequena, ofuscando nosso olhar para o fenômeno observado. Também não fomos capazes de incluir uma biópsia muscular para avaliação do conteúdo de carnosina muscular, estritamente correlacionado ao sucesso da suplementação de beta-alanina. Contudo, as doses administradas no presente estudo e pelo período de 4 semanas, como foi feito, deveria levar ao aumento substancial de carnosina muscular em todos os participantes suplementados (Rezende et al., 2020).

Também não obtivemos êxito na implementação de reportes dos participantes sobre a prescrição e execução dos treinos realizados, conforme desejado. Inviabilizando análises referentes volume de treino realizado. Entretanto, ao menos conseguimos o reporte dos dias treinados e não treinados durante o projeto, o que sugeriu a diminuição

da frequência de treino da terceira visita em diante, o que talvez possa ter impactado na ausência de melhora do desempenho. Outra fragilidade pode ser considerada a dificuldade de obtenção da amostra característica, devido a heterogeneidade dos praticantes da modalidade.

### **Aplicações práticas e futuros passos**

Nosso estudo observou boa reprodutibilidade do WOD Benchmark Cindy como teste físico para avaliação de desempenho em estudos com o CrossFit®. Também evidenciamos resultados expressivos para biomarcadores de alta intensidade em hemogasometria (pH, bicarbonato sérico e lactato) mesmo em 20 minutos de exercício contínuo, sugerindo por exemplo, adequação para a investigação de intervenções nutricionais na modalidade. Embora pouco conclusiva, em análise pos-hoc, observamos diferença entre o grupo BA+SB e PLA+PLA, o que pode indicar um efeito possível de desempenho deste grupo a ser visualizado em maior número de participantes. Além disso, atletas interessados em melhorar o desempenho durante o exercício podem desejar experimentar esses suplementos durante o treinamento para determinar se eles os toleram e se isso melhora seu desempenho. Isso deve ser feito da forma mais controlada possível, determinando o desempenho com e sem o uso desses suplementos (Carr; et al., 2023).

Para a evolução do conhecimento acerca da modalidade, entendemos que novos projetos, adotando bom tamanho amostral e critérios de desempenho para recrutamento, utilizem o Cindy para testagem de suplementos (com bom nível de evidência) frequentemente utilizados por praticantes e atletas de CrossFit®. E que novos testes, de grande expressividade para modalidade, similares ao Cindy, sejam testados quanto à reprodutibilidade para maior robustez de possíveis achados em uma modalidade recente e com literatura ainda escassa.

## **CONCLUSÃO**

Concluimos que o Cindy é um teste de boa reprodutibilidade para investigar variáveis dentro da prática do CrossFit®, com característica de ser um teste de alta intensidade mesmo com duração de 20 minutos. Não foi observada melhora no

desempenho sob o número total de repetições, entretanto houve uma pequena diferença entre BA+SB e PLA+PLA, sugerindo possível influência da suplementação em conjunto das substâncias e evidenciando o potencial efeito aditivo. São necessárias novas análises com maior número amostral para constatação.

## DISCIPLINAS CURSADAS

**Tabela 6.** Disciplinas cursadas

Disciplinas	Situação	Créditos	Nota
Nutrição Esportiva e Exercício: Journal Club	Concluído	4	B
Fisiologia da Fadiga Muscular Durante o Exercício Físico	Concluído	4	A
Metodologia da Pesquisa Científica em Educação Física e Esporte (Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo)	Concluído	4	A
Balanço Ácido-Base do Organismo (Instituto de Ciências Biomédicas - Universidade de São Paulo)	Concluído	6	A

## PUBLICAÇÕES

### Artigos submetidos

- **da Silva A. G.**, Saunders, B. Avaliação da reprodutibilidade de teste representativo do CrossFit®, WOD Cindy. (SUBMETIDO)

### Artigos publicados

- Curran-Bowen, T., **da Silva A. G.**, Barreto, G., Buckley, J., Saunders, B. Sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation: Is combining both better than either alone? A systematic review and meta-analysis. **Biol Sport**. 2024; 41(3): 79–87
- De Souza, R. A. S., **da Silva A. G.**, de Souza M. F., Souza L. K. F., Roschel, H., da Silva S. F., Saunders, B. A Systematic Review of CrossFit(R) Workouts and Dietary and Supplementation Interventions to Guide Nutritional Strategies and Future Research in CrossFit(R). **Int J Sport Nutr Exerc Metab** 31(2): 187-205.
- Ribeiro, R., Duarte, B., **Guedes, A.**, Ramos, G., Piçanço, A., Penna, E., Coswig, V., Barbalho, M., Gentil, P., Gualano, B., Saunders, B. Short-duration beta-alanine supplementation did not prevent the detrimental effects of an intense preparatory period on exercise capacity in top-level female footballers. **Frontiers in Nutrition**, v. 7, 2020.

### COLABORAÇÃO EM PROJETOS

- Efeitos da suplementação com  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB) em sua forma de sal de cálcio sobre o dano muscular induzido pelo exercício resistido
- “Efeitos agudos da ingestão de  $\beta$ -alanina sobre os mecanismos reguladores do conteúdo de carnosina muscular”.
- “Efeitos da suplementação aguda de L-teanina e cafeína no desempenho cognitivo e na performance de praticantes de CrossFit®.”

## **PARTICIPAÇÃO COMO OUVINTE**

- Stork Summer series – Research reporting in sport and exercise science – ONLINE – 2021
- Stork Summer series – Evaluating the translational potential of sports nutrition research – ONLINE - 2021

## **APRESENTAÇÕES E PARTICIPAÇÕES EM MESA REDONDA**

- Nutro Week 5 (Nutrology Academy) – Como a Nutrologia pode mudar resultados na performance? Um debate sobre suplementos e periodização no CrossFit® e Futebol.

## REFERÊNCIAS

- ABE, H. 2000. Role of histidine-related compounds as intracellular proton buffering constituents in vertebrate muscle. *Biochemistry (Mosc)*, 65, 757-65.
- BAGUET, A., BOURGOIS, J., VANHEE, L., ACHTEN, E. & DERAIVE, W. 2010. Important role of muscle carnosine in rowing performance. *J Appl Physiol (1985)*, 109, 1096-101.
- BELLINGER, P. M., HOWE, S. T., SHING, C. M. & FELL, J. W. 2012. Effect of combined beta-alanine and sodium bicarbonate supplementation on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc*, 44, 1545-51.
- BELLINGER, P. M. & MINAHAN, C. L. 2016. The effect of beta-alanine supplementation on cycling time trials of different length. *Eur J Sport Sci*, 16, 829-36.
- BLAZEVIČH, A. J. & BABAULT, N. 2019. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Front Physiol*, 10, 1359.
- BOGDANIS, G. C., NEVILL, M. E., BOOBIS, L. H. & LAKOMY, H. K. 1996. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol (1985)*, 80, 876-84.
- BOLDYREV, A. A., STVOLINSKY, S. L., FEDOROVA, T. N. & SUSLINA, Z. A. 2010. Carnosine as a natural antioxidant and geroprotector: from molecular mechanisms to clinical trials. *Rejuvenation Res*, 13, 156-8.
- BONEN, A. 2000. Lactate transporters (MCT proteins) in heart and skeletal muscles. *Med Sci Sports Exerc*, 32, 778-89.
- BONEN, A. 2001. The expression of lactate transporters (MCT1 and MCT4) in heart and muscle. *Eur J Appl Physiol*, 86, 6-11.
- BOWEN, T., DA SILVA A. G., SAUNDERS, B. 2023. Sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation: Is combining both better than either alone? A systematic review and meta-analysis. *Biology of Sport*, submitted for review.
- CALBET, J. A. L., MARTIN-RODRIGUEZ, S., MARTIN-RINCON, M. & MORALES-ALAMO, D. 2020. An integrative approach to the regulation of mitochondrial respiration during exercise: Focus on high-intensity exercise. *Redox Biol*, 35, 101478.
- CARR, A. J., HOPKINS, W. G. & GORE, C. J. 2011. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med*, 41, 801-14.
- CARR, MCKAY, BURKE, SMITH, URWIN, CONVIT, JARDINE, KELLY, & SAUNDERS 2023. Use of Buffers in Specific Contexts: Highly Trained Female Athletes, Extreme Environments and Combined Buffering Agents: A Narrative Review. *Sports Medicine*.
- CURRELL, K. & JEUKENDRUP, A. E. 2008. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med*, 38, 297-316.
- DANAHER, J., GERBER, T., WELLARD, R. M. & STATHIS, C. G. 2014. The effect of beta-alanine and NaHCO<sub>3</sub> co-ingestion on buffering capacity and exercise

- performance with high-intensity exercise in healthy males. *Eur J Appl Physiol*, 114, 1715-24.
- DE OLIVEIRA, L. F., DOLAN, E., SWINTON, P. A., DURKALEC-MICHALSKI, K., ARTIOLI, G. G., MCNAUGHTON, L. R. & SAUNDERS, B. 2022. Extracellular Buffering Supplements to Improve Exercise Capacity and Performance: A Comprehensive Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 52, 505-526.
- DE OLIVEIRA, L. F., SAUNDERS, B., YAMAGUCHI, G., SWINTON, P. & ARTIOLI, G. G. 2020. Is Individualization of Sodium Bicarbonate Ingestion Based on Time to Peak Necessary? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52, 1801-1808.
- DE SOUZA, R. A. S., DA SILVA, A. G., DE SOUZA, M. F., SOUZA, L. K. F., ROSCHEL, H., DA SILVA, S. F. & SAUNDERS, B. 2021. A Systematic Review of CrossFit(R) Workouts and Dietary and Supplementation Interventions to Guide Nutritional Strategies and Future Research in CrossFit(R). *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 31, 187-205.
- DEBOLD, E. P. 2012. Recent insights into the molecular basis of muscular fatigue. *Med Sci Sports Exerc*, 44, 1440-52.
- DENNIG, H., TALBOTT, J. H., EDWARDS, H. T. & DILL, D. B. 1931. Effect of Acidosis and Alkalosis Upon Capacity for Work. *J Clin Invest*, 9, 601-13.
- DEXHEIMER, J. D., SCHROEDER, E. T., SAWYER, B. J., PETTITT, R. W., AGUINALDO, A. L. & TORRENCE, W. A. 2019. Physiological Performance Measures as Indicators of CrossFit((R)) Performance. *Sports (Basel)*, 7.
- DOLAN, E., SWINTON, P. A., PAINELLI, V. S., STEPHENS HEMINGWAY, B., MAZZOLANI, B., INFANTE SMAIRA, F., SAUNDERS, B., ARTIOLI, G. G. & GUALANO, B. 2019. A Systematic Risk Assessment and Meta-Analysis on the Use of Oral beta-Alanine Supplementation. *Adv Nutr*, 10, 452-463.
- DUCKER, K. J., DAWSON, B. & WALLMAN, K. E. 2013a. Effect of beta-alanine supplementation on 800-m running performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 23, 554-61.
- DUCKER, K. J., DAWSON, B. & WALLMAN, K. E. 2013b. Effect of beta-alanine supplementation on 2000-m rowing-ergometer performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 23, 336-43.
- DURKALEC-MICHALSKI, K., ZAWIEJA, E. E., PODGORSKI, T., LONIEWSKI, I., ZAWIEJA, B. E., WARZYBOK, M. & JESZKA, J. 2018. The effect of chronic progressive-dose sodium bicarbonate ingestion on CrossFit-like performance: A double-blind, randomized cross-over trial. *PLoS One*, 13, e0197480.
- DURKALEC-MICHALSKI, K., ZAWIEJA, E. E., ZAWIEJA, B. E. & PODGORSKI, T. 2021. Evaluation of the repeatability and reliability of the cross-training specific Fight Gone Bad workout and its relation to aerobic fitness. *Sci Rep*, 11, 7263.
- DUTKA, T. L. & LAMB, G. D. 2004. Effect of carnosine on excitation-contraction coupling in mechanically-skinned rat skeletal muscle. *J Muscle Res Cell Motil*, 25, 203-13.
- FAUL, F., ERDFELDER, E., LANG, A. G. & BUCHNER, A. 2007. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*, 39, 175-91.
- FRITZSON, P. & PIHL, A. 1957. The catabolism of C14-labeled uracil, dihydrouracil, and beta-ureidopropionic acid in the intact rat. *J Biol Chem*, 226, 229-35.

- GLASSMAN, G. 2007. Understanding Crossfit. *Crossfit J*, 1.
- GOLDFINCH, J., MC NAUGHTON, L. & DAVIES, P. 1988. Induced metabolic alkalosis and its effects on 400-m racing time. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 57, 45-8.
- GRGIC, J., GAROFOLINI, A., PICKERING, C., DUNCAN, M. J., TINSLEY, G. M. & DEL COSO, J. 2020a. Isolated effects of caffeine and sodium bicarbonate ingestion on performance in the Yo-Yo test: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*, 23, 41-47.
- GRGIC, J., RODRIGUEZ, R. F., GAROFOLINI, A., SAUNDERS, B., BISHOP, D. J., SCHOENFELD, B. J. & PEDISIC, Z. 2020b. Effects of Sodium Bicarbonate Supplementation on Muscular Strength and Endurance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 50, 1361-1375.
- HARRIS, R. C., TALLON, M. J., DUNNETT, M., BOOBIS, L., COAKLEY, J., KIM, H. J., FALLOWFIELD, J. L., HILL, C. A., SALE, C. & WISE, J. A. 2006. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*, 30, 279-89.
- HARRIS, R. C., WISE, J. A., PRICE, K. A., KIM, H. J., KIM, C. K. & SALE, C. 2012. Determinants of muscle carnosine content. *Amino Acids*, 43, 5-12.
- HEIBEL, A. B., PERIM, P. H. L., OLIVEIRA, L. F., MCNAUGHTON, L. R. & SAUNDERS, B. 2018. Time to Optimize Supplementation: Modifying Factors Influencing the Individual Responses to Extracellular Buffering Agents. *Front Nutr*, 5, 35.
- HILL, C. A., HARRIS, R. C., KIM, H. J., HARRIS, B. D., SALE, C., BOOBIS, L. H., KIM, C. K. & WISE, J. A. 2007. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*, 32, 225-33.
- HIPKISS, A. R. 2000. Carnosine and protein carbonyl groups: a possible relationship. *Biochemistry (Mosc)*, 65, 771-8.
- HIPKISS, A. R., MICHAELIS, J. & SYRRIS, P. 1995. Non-enzymatic glycosylation of the dipeptide L-carnosine, a potential anti-protein-cross-linking agent. *FEBS Lett*, 371, 81-5.
- HOBSON, R. M., HARRIS, R. C., MARTIN, D., SMITH, P., MACKLIN, B., ELLIOTT-SALE, K. J. & SALE, C. 2014. Effect of sodium bicarbonate supplementation on 2000-m rowing performance. *Int J Sports Physiol Perform*, 9, 139-44.
- HOBSON, R. M., HARRIS, R. C., MARTIN, D., SMITH, P., MACKLIN, B., GUALANO, B. & SALE, C. 2013. Effect of beta-alanine, with and without sodium bicarbonate, on 2000-m rowing performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 23, 480-7.
- HOBSON, R. M., SAUNDERS, B., BALL, G., HARRIS, R. C. & SALE, C. 2012. Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids*, 43, 25-37.
- HOPKINS, W. G. 2000. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*, 30, 1-15.
- HUERTA OJEDA, A., TAPIA CERDA, C., POBLETE SALVATIERRA, M. F., BARAHONA-FUENTES, G. & JORQUERA AGUILERA, C. 2020. Effects of Beta-Alanine Supplementation on Physical Performance in Aerobic-Anaerobic Transition Zones: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 12.

- HULTMAN, E. & SAHLIN, K. 1980. Acid-base balance during exercise. *Exerc Sport Sci Rev*, 8, 41-128.
- JONES, G. S., M.; HARRIS, R. 2011. Imidazole dipeptide content of dietary sources commonly consumed within the British diet. *Proceedings of the Nutrition Society*, 70.
- LANCHA JUNIOR, A. H., PAINELLI VDE, S., SAUNDERS, B. & ARTIOLI, G. G. 2015. Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering Capacity During High-Intensity Exercise. *Sports Med*, 45 Suppl 1, S71-81.
- LOPES-SILVA, J. P., DA SILVA SANTOS, J. F., ARTIOLI, G. G., LOTURCO, I., ABBISS, C. & FRANCHINI, E. 2018. Sodium bicarbonate ingestion increases glycolytic contribution and improves performance during simulated taekwondo combat. *Eur J Sport Sci*, 18, 431-440.
- MAINWOOD, G. W. & WORSLEY-BROWN, P. 1975. The effects of extracellular pH and buffer concentration on the efflux of lactate from frog sartorius muscle. *J Physiol*, 250, 1-22.
- MATE-MUNOZ, J. L., LOUGEDO, J. H., BARBA, M., CANUELO-MARQUEZ, A. M., GUODEMAR-PEREZ, J., GARCIA-FERNANDEZ, P., LOZANO-ESTEVAN, M. D. C., ALONSO-MELERO, R., SANCHEZ-CALABUIG, M. A., RUIZ-LOPEZ, M., DE JESUS, F. & GARNACHO-CASTANO, M. V. 2018. Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different CrossFit(R) Workouts. *J Sports Sci Med*, 17, 668-679.
- MATE-MUNOZ, J. L., LOUGEDO, J. H., BARBA, M., GARCIA-FERNANDEZ, P., GARNACHO-CASTANO, M. V. & DOMINGUEZ, R. 2017. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS One*, 12, e0181855.
- MAUGHAN, R. J., BURKE, L. M., DVORAK, J., LARSON-MEYER, D. E., PEELING, P., PHILLIPS, S. M., RAWSON, E. S., WALSH, N. P., GARTHE, I., GEYER, H., MEEUSEN, R., VAN LOON, L., SHIRREFFS, S. M., SPRIET, L. L., STUART, M., VERNEC, A., CURRELL, K., ALI, V. M., BUDGETT, R. G. M., LJUNGQVIST, A., MOUNTJOY, M., PITSLADIS, Y., SOLIGARD, T., ERDENER, U. & ENGBRETSSEN, L. 2018. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28, 104-125.
- MCNAUGHTON, L. & CEDARO, R. 1992. Sodium citrate ingestion and its effects on maximal anaerobic exercise of different durations. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 64, 36-41.
- PAINELLI VDE, S., ROSCHEL, H., JESUS, F., SALE, C., HARRIS, R. C., SOLIS, M. Y., BENATTI, F. B., GUALANO, B., LANCHA, A. H., JR. & ARTIOLI, G. G. 2013. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Appl Physiol Nutr Metab*, 38, 525-32.
- REZENDE, N. S., SWINTON, P., DE OLIVEIRA, L. F., DA SILVA, R. F., DA SILVA, V. E., NEMEZIO, K., YAMAGUCHI, G., ARTIOLI, G. G., GUALANO, B., SAUNDERS, B. & DOLAN, E. 2020. The Muscle Carnosine Response to Beta-Alanine Supplementation: A Systematic Review with Bayesian Individual and Aggregate Data E-Max Model and Meta-Analysis. *Frontiers in Nutrition*, 11, 913.
- SAHLIN, K., HARRIS, R. C. & HULTMAN, E. 1975. Creatine kinase equilibrium and lactate content compared with muscle pH in tissue samples obtained after isometric exercise. *Biochem J*, 152, 173-80.

- SALE, C., SAUNDERS, B., HUDSON, S., WISE, J. A., HARRIS, R. C. & SUNDERLAND, C. D. 2011. Effect of beta-alanine plus sodium bicarbonate on high-intensity cycling capacity. *Med Sci Sports Exerc*, 43, 1972-8.
- SAUNDERS, B., ELLIOTT-SALE, K., ARTIOLI, G. G., SWINTON, P. A., DOLAN, E., ROSCHEL, H., SALE, C. & GUALANO, B. 2017a. beta-alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 51, 658-669.
- SAUNDERS, B., OLIVEIRA, L. F., DOLAN, E., DURKALEC-MICHALSKI, K., MCNAUGHTON, L., ARTIOLI, G. G. & SWINTON, P. A. 2022. Sodium bicarbonate supplementation and the female athlete: A brief commentary with small scale systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci*, 22, 745-754.
- SAUNDERS, B., PAINELLI, V. S., LF, D. E. O., V, D. A. E. S., RP, D. A. S., RIANI, L., FRANCHI, M., GONCALVES, L. S., HARRIS, R. C., ROSCHEL, H., ARTIOLI, G. G., SALE, C. & GUALANO, B. 2017b. Twenty-four Weeks of beta-Alanine Supplementation on Carnosine Content, Related Genes, and Exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 49, 896-906.
- SAUNDERS, B., SALE, C., HARRIS, R. C. & SUNDERLAND, C. 2014a. Effect of sodium bicarbonate and Beta-alanine on repeated sprints during intermittent exercise performed in hypoxia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 24, 196-205.
- SAUNDERS, B., SALE, C., HARRIS, R. C. & SUNDERLAND, C. 2014b. Sodium bicarbonate and high-intensity-cycling capacity: variability in responses. *Int J Sports Physiol Perform*, 9, 627-32.
- SAUNDERS, B., V, D. E. S. P., LF, D. E. O., V, D. A. E. S., RP, D. A. S., RIANI, L., FRANCHI, M., GONCALVES, L. S., HARRIS, R. C., ROSCHEL, H., ARTIOLI, G. G., SALE, C. & GUALANO, B. 2017c. Twenty-four Weeks of beta-Alanine Supplementation on Carnosine Content, Related Genes, and Exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 49, 896-906.
- SIEGLER, J. C. & HIRSCHER, K. 2010. Sodium bicarbonate ingestion and boxing performance. *J Strength Cond Res*, 24, 103-8.
- SMITH, E. C. 1938. The buffering of muscle in rigor; protein, phosphate and carnosine. *J Physiol*, 92, 336-43.
- SMITH, M. M., SOMMER, A. J., STARKOFF, B. E. & DEVOR, S. T. 2013. Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *J Strength Cond Res*, 27, 3159-72.
- SPRIET, L. L., LINDINGER, M. I., MCKELVIE, R. S., HEIGENHAUSER, G. J. & JONES, N. L. 1989. Muscle glycogenolysis and H<sup>+</sup> concentration during maximal intermittent cycling. *J Appl Physiol (1985)*, 66, 8-13.
- SPRIET, L. L., SODERLUND, K., BERGSTROM, M. & HULTMAN, E. 1987. Skeletal muscle glycogenolysis, glycolysis, and pH during electrical stimulation in men. *J Appl Physiol (1985)*, 62, 616-21.
- SUTTON, J. R., JONES, N. L. & TOEWS, C. J. 1981. Effect of PH on muscle glycolysis during exercise. *Clin Sci (Lond)*, 61, 331-8.
- SWINTON, P. A., HEMINGWAY, B. S., SAUNDERS, B., GUALANO, B. & DOLAN, E. 2018. A Statistical Framework to Interpret Individual Response to Intervention: Paving the Way for Personalized Nutrition and Exercise Prescription. *Front Nutr*, 5, 41.

TOBIAS, G., BENATTI, F. B., DE SALLES PAINELLI, V., ROSCHEL, H., GUALANO, B., SALE, C., HARRIS, R. C., LANCHI, A. H., JR. & ARTIOLI, G. G. 2013. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance. *Amino Acids*, 45, 309-17.

**ANEXOS****Anexo 1 - Questionário de expectativa**

ID:

Data \_/ \_/ \_

Qual suplemento você acredita ter ingerido? Por quê?

Beta-alanina	Placebo	Bicarbonato de sódio	Placebo	Não sei

R:

Quanto você acredita que seu desempenho foi influenciado pelo tratamento? Por quê?

Nada	Pouco	Moderadamente	Muito	Extremamente

R:

Observações:

## Anexo 2 - Questionário de efeitos colaterais

ID:

Data: \_\_/\_\_/\_\_

Nome:
-------

0 = sem sintomas | 3 = leve | 6 = moderado | 8 = intenso | 10 = muito intenso

Problemas gástricos	
Enjoo	
Tontura	
Dor de cabeça	
Flatulência	
Vontade de urinar	
Vontade de defecar	
Arroto	
Azia	
Sensação de estufamento	
Dor de estômago	
Dor intestinal	
Vontade de vomitar	
Vômito	
Diarreia	
Sono	

## Anexo 3 – PSE (RPE)

Borg's Rating of Perceived Exertion (RPE) Scale	
6	REPOUSO
7	EXTREMAMENTE LEVE
8	
9	MUITO LEVE
10	
11	LEVE
12	
13	RELATIVAMENTE INTENSO
14	
15	INTENSO
16	
17	MUITO INTENSO
18	
19	EXTREMAMENTE INTENSO
20	ESFORÇO MÁXIMO

## Anexo 4 - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Medicina

Formulário E

### **HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

---

##### DADOS DA PESQUISA

Título da pesquisa – Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit®.

Pesquisador principal – Bryan Saunders.

Departamento/Instituto – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

*Convidamos o(a) Sra. para participar desta pesquisa ....*

Convidamos o Sr. Para participar de nossa pesquisa a qual pretende investigar os efeitos da suplementação crônica de beta alanina no conteúdo de carnosina muscular bem como a suplementação aguda de bicarbonato de sódio sobre o aumento de bicarbonato sanguíneo, ambos sobre o desempenho no CrossFit em indivíduos especificamente treinados. Mais precisamente, se a suplementação de 6.4 g/dia de beta-alanina durante 4 semanas e/ou 0,3g/kg de bicarbonato de sódio uma hora antes do exercício melhoram a performance no WOD Cindy.

**Justificativa e objetivos do estudo** – O exercício de alta intensidade promove um estresse fisiológico que acarreta a fadiga muscular, evento que impossibilita o indivíduo a continuar o exercício. Uma das alterações que ocorre durante o esforço é o aumento de ions H<sup>+</sup> no músculo, gerando um ambiente ácido que impede as contrações musculares (acidose metabólica). A beta-alanina e o bicarbonato de sódio são substâncias bem estudadas e amplamente utilizadas como suplementos esportivos para adiar a fadiga, tamponando (inativando) os ions H<sup>+</sup> dentro e fora do músculo respectivamente, desta forma o indivíduo pode executar uma tarefa física extenuante por um maior período ou mais rapidamente. O CrossFit® por sua vez é um exercício de alta intensidade e o praticante pode se beneficiar do uso de suplementos tamponantes, entretanto não há publicações a respeito até a data, tomando o presente trabalho pioneiro e com hipóteses robustas.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Medicina

Formulário E

**Procedimentos que serão realizados e métodos que serão empregados** – Sua participação no estudo terá a duração aproximada de 8 semanas com 5 visitas. Na primeira, segunda e terceira visitas, você realizará familiarizações ao protocolo de exercícios e o teste 1 compostos pelo WOD Cindy. Após o teste 1, haverá um período de suplementação de 4 semanas onde você poderá ser suplementado com beta-alanina ou placebo (substância inerte), após isso virão os testes 2 e 3 para suplementação de bicarbonato e placebo em ordem velada. Após o teste 1 e ao fim do estudo, colheremos também uma pequena (do tamanho de um grão de arroz cru) amostra de seu músculo retirada da parte de frente de sua coxa (músculo vasto lateral) e na porção mais volumosa do deltoide acromial. Essa amostra será importante para que possamos confirmar o efeito da suplementação de beta-alanina ao final do projeto. Esse procedimento será conduzido por um médico experiente e treinado (Dr Luiz Augusto Riani Costa). Essas coletas terão lugar no Laboratório do Grupo de Pesquisa em Fisiologia Aplicada e Nutrição na Escola de Educação Física e Esporte - USP. Antes e após do WOD Cindy, serão coletadas pequenas amostras de sangue da ponta de seu dedo para medirmos lactato e outros dados que nos dizem como está seu metabolismo (gasometria sanguínea). Também serão gravados os movimentos durante o WOD para avaliação da técnica e influência da fadiga sobre a mesma. Cada visita tem o intervalo médio estipulado de uma semana com exceção do período de suplementação.

**Explicitação de possíveis desconfortos e riscos decorrentes da participação na pesquisa** – Os testes físicos poderão levá-lo a um grande cansaço físico, já que serão de alta intensidade. No caso de alguma intercorrência grave, os pesquisadores estão treinados a prestar primeiros socorros e os laboratórios estão equipados com os principais instrumentos em caso de emergência. O médico da unidade poderá atendê-lo toda vez que necessário. A punção do dedo pode trazer um desconforto moderado devido à picada da agulha. A biópsia muscular causará um pequeno desconforto de picada no momento da anestesia. Embora sua perna e ombro estejam anestesiados (portanto, você não deverá sentir dor), a introdução da agulha de biópsia pode causar incômodo. Esse incômodo é rápido e não deve durar mais do que 2 ou 3 segundos. A biópsia é feita de forma limpa e asséptica. Apesar da biópsia ser um procedimento invasivo, nossa equipe é bem experiente e treinada neste procedimento, e não existem relatos de problemas graves associados à biópsia em nosso laboratório. Mesmo assim, o procedimento da biópsia leva risco de sangramento, hematoma e infecção, e havendo necessidade, o Dr. Luiz Augusto Riani Costa, responsável pelo procedimento de biópsia, realizará a análise de qualquer intercorrência e o encaminhamento adequado para sua resolução.

2

**Benefícios esperados para o participante** – Ao participar como voluntário desta pesquisa, você terá acesso a avaliações padrão-ouro do seu estado de saúde e condicionamento físico. Além disso, você terá direito a orientações nutricionais, avaliação antropométrica, em relatório individualizado com orientações sobre a sua performance durante o estudo. Você receberá aconselhamento profissional sobre como pode melhorar seus hábitos alimentares e técnica. Você poderá tirar todas as dúvidas que tiver sobre alimentação.

**Esclarecimento sobre a forma de acompanhamento e assistência a que terão direito os participantes da pesquisa** – Como voluntário, você terá total amparo pela equipe de pesquisadores e profissionais capacitados envolvidos, sendo nutricionistas, profissionais de educação física e médicos durante todo o estudo. Você terá plena liberdade de retirar seu consentimento em qualquer parte do estudo ou se recusar a participar, uma via assinada deste termo de consentimento de mesma validade ficará em sua posse.

O material biológico obtido para esta pesquisa será armazenado de acordo com a resolução 441/2011

Nome resumido do projeto: Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit®.	Confidencial	
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido versão 1.0 de -- de --- de ---		
Nome do pesquisador: André Guedes da Silva Hospital Das Clínicas Da Faculdade De Medicina Da USP	-----	
	Rubrica do Participante da Pesquisa/Representante legal	Rubrica do Investigador Responsável

Atualizado-Dezembro 2019

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de dúvidas. O principal Investigador é o André Guedes da Silva, que pode ser encontrado no endereço R. Ebaúba 11 – Vila Ré, Telefone(s) (11) 984644109, e-mail [ciencianocrossfit@gmail.com](mailto:ciencianocrossfit@gmail.com). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: (11) 2661-7585, (11) 2661-1548, (11) 2661-1549, das 7 às 16h de segunda a sexta feira ou por e-mail: [cappesq.adm@hc.fm.usp.br](mailto:cappesq.adm@hc.fm.usp.br)

**Fui suficientemente informado a respeito do estudo “Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit®”.**

Eu discuti as informações acima com o Pesquisador Responsável (Bryan Saunders) ou pessoa (s) por ele delegada (s) (André Guedes da Silva) sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente em participar deste estudo, assino este termo de consentimento e recebo um via rubricada pelo pesquisador.

----- Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do participante /representante legal

-----

Nome do participante/representante legal

----- Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Assinatura do responsável pelo estudo

Nome resumido do projeto: Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit®.	Confidencial	
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido versão 1.0 de -- de ---de --		
Nome do pesquisador: André Guedes da Silva Hospital Das Clínicas Da Faculdade De Medicina De USP	-----	
	Rubrica do Participante da Pesquisa/representante legal	Rubrica do Investigador Responsável

Atualizado dezembro 2019

## Anexo 5 - Parecer consubstanciado do comitê de ética e pesquisa (CEP)

USP - FACULDADE DE  
MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO - FMUSP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio no desempenho do CrossFit.

**Pesquisador:** Bryan Saunders

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 19630819.0.0000.0065

**Instituição Proponente:** Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HCFMUSP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.764.645

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa com finalidade acadêmica de mestrado.

O presente estudo visa analisar os efeitos da suplementação de beta-alanina e bicarbonato de sódio na performance em CrossFit.

O CrossFit consiste em um treinamento de força e condicionamento, em alta intensidade, composto de exercícios funcionais e constantemente variados.

A hipótese é que a beta-alanina e/ou bicarbonato de sódio aumentarão a performance dos indivíduos, respectivamente, como consequência do maior conteúdo de carnosina muscular e maior efluxo de íons H<sup>+</sup>, promovendo subsequente melhora da capacidade de tamponamento, isto é maior resistência à fadiga e aumento da força muscular.

#### Objetivo da Pesquisa:

Investigar os efeitos da suplementação crônica de beta alanina no conteúdo de carnosina muscular e da suplementação aguda de bicarbonato de sódio, ambas no desempenho do CrossFit em indivíduos treinados na modalidade.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador declara:

-“Os testes físicos poderão levá-lo a um grande cansaço físico, já que serão de alta intensidade. A punção do dedo pode trazer um desconforto moderado devido à picada da agulha.

**Endereço:** DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

**Bairro:** PACAEMBU

**CEP:** 01.246-903

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3893-4401

**E-mail:** cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE  
MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 3.764.645

-A biópsia muscular causará um pequeno desconforto de picada no momento da anestesia. Embora sua perna esteja anestesiada (portanto, você não deverá sentir dor), a introdução da agulha de biópsia pode causar incômodo. Esse incômodo é rápido e não deve durar mais do que 2 ou 3 segundos. Mesmo assim, o procedimento da biópsia leva risco de sangramento, hematoma e infecção".

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se do quarto relato no qual o pesquisador fez todas as alterações solicitadas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

No TCLE, o pesquisador fez as alterações solicitadas.

**Recomendações:**

Sem recomendações

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovar

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1412291.pdf	29/11/2019 10:33:19		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PLATAFORMABRASIL_Projeto_BetaalaininaCrossFit_FINISHED.pdf	29/11/2019 10:32:06	Bryan Saunders	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ProjetoBACrossFit_FINISHED.pdf	29/11/2019 10:31:54	Bryan Saunders	Aceito
Outros	UsodoLabEEFE.pdf	07/10/2019 17:22:57	Bryan Saunders	Aceito
Outros	COMITEETICA_FMUSP_CrossFit_ASSINADO.pdf	07/10/2019 17:22:34	Bryan Saunders	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_3589382.pdf	07/10/2019 17:22:13	Bryan Saunders	Aceito
Outros	Cartadecolaboracao_CrossFitBrasil.PDF	07/10/2019 17:21:17	Bryan Saunders	Aceito

**Endereço:** DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36  
**Bairro:** PACAEMBU **CEP:** 01.246-903  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)3893-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

USP - FACULDADE DE  
MEDICINA DA UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO - FMUSP



Continuação do Parecer: 3.764.645

Outros	Cartadecolaboracao_CrossFitSergipeM AIN.pdf	07/10/2019 17:21:01	Bryan Saunders	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto_BACrossFit_Assinado.pdf	07/10/2019 17:20:10	Bryan Saunders	Aceito
Outros	Riani_Participation.pdf	07/10/2019 17:19:23	Bryan Saunders	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 12 de Dezembro de 2019

Assinado por:

**Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36  
**Bairro:** PACAEMBU **CEP:** 01.246-903  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)3893-4401 **E-mail:** cep\_fm@usp.br