

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

ANA RAFAELA RAMOS DA COSTA

**A EFICÁCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DO BICARBONATO DE SÓDIO EM
PRATICANTES DE CROSSFIT®: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**RECIFE
2023**

ANA RAFAELA RAMOS DA COSTA

**A EFICÁCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DO BICARBONATO DE SÓDIO EM
PRATICANTES DE CROSSFIT®: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Nutrição da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para obtenção de grau
de Nutricionista.

Orientador(a): Fabiana Cristina Lima Da Silva Pastich Gonçalves.

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Costa, Ana Rafaela Ramos da.

A eficácia da suplementação do bicarbonato de sódio em praticantes de CrossFit®: uma revisão integrativa. / Ana Rafaela Ramos da Costa. - Recife, 2023.

33 p., tab.

Orientador(a): Fabiana Cristina Lima da Silva Pastich Gonçalves
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Nutrição - Bacharelado, 2023.

1. Bicarbonato de sódio. 2. CrossFit. 3. Suplemento dietético. 4. Desconforto gastrointestinal. I. Gonçalves, Fabiana Cristina Lima da Silva Pastich. (Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)

ANA RAFAELA RAMOS DA COSTA

**A EFICÁCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DO BICARBONATO DE SÓDIO EM
PRATICANTES DE CROSSFIT®: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Nutrição da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para obtenção de grau
de Nutricionista.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Fabiana Cristina Lima da Silva Pastich Gonçalves (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Gisélia de Santana Muniz (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Raquel Araújo de Santana (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Este trabalho é dedicado a todos
que me apoiaram nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me permitiu ter saúde e disposição em todos estes anos de estudo, mesmo em meio às adversidades. Aos meus pais, que estiveram sempre ao meu lado, fazendo o impossível possível para me ver feliz, me ensinando a ser mais forte e resiliente. Ao meu noivo, que esteve ao meu lado desde o início da graduação, me incentivando, sendo um porto seguro e sempre acreditando em mim e no meu potencial. Aos meus professores, da Universidade e de fora dela, por todos os ensinamentos sobre a Nutrição, mas também sobre a vida. Aos meus amigos que estiveram comigo desde o início, compartilhando alegrias e angústias, fazendo tudo ser mais leve. Por fim, sou imensamente grata a todos que fizeram parte da minha formação acadêmica, e que colaboraram direta ou indiretamente para minha conclusão.

RESUMO

O uso do bicarbonato de sódio como recurso ergogênico em exercícios de alta intensidade tem crescido, por exemplo, por praticantes de CrossFit®. Este esporte é uma modalidade que combina o levantamento de peso, técnicas ginásticas e exercícios cardiovasculares, combinando diversos movimentos funcionais. Este estudo objetiva avaliar a eficácia do uso de bicarbonato de sódio no desempenho da prática de CrossFit®. Uma revisão integrativa da literatura foi realizada a partir do levantamento bibliográfico nas bases de dados PubMed e Web of Science. Foram considerados artigos publicados em inglês, nos últimos 10 anos, texto completo gratuito, ensaios clínicos e ensaios controlados randomizados, e estudos apenas em humanos. A pesquisa se deu no período entre abril e agosto de 2023. Quatro artigos foram selecionados. Destes quatro, todos são estudos duplo-cego, cruzado, randomizado e controlado por placebo. Todos executados em adultos, abrangendo indivíduos de 19 a 45 anos de idade. A média da dosagem do bicarbonato de sódio utilizada foi 0,3g/kg de peso corporal. Observou-se que o bicarbonato de sódio é capaz de aumentar a capacidade de tamponamento extracelular, possivelmente benéfico para praticantes da modalidade. Os estudos mostram melhora no tempo de execução, assim como melhora nas repetições executadas, a depender do teste realizado. Em contrapartida, ele pode gerar diversos efeitos colaterais, como diarreia, distensão abdominal e flatulência, podendo gerar desconfortos e atrapalhar o desempenho esportivo. Tais efeitos foram observados em três dos quatro estudos analisados. A forma de suplementação melhor tolerada quanto aos sintomas foi a dosagem aumentada de forma progressiva, com dose máxima de 0,15 g/kg de peso corporal. Contudo, a pouca quantidade de artigos disponíveis demonstra a necessidade de mais estudo acerca do tema.

Palavras-chave: Bicarbonato de sódio; CrossFit; Suplemento dietético; Desconforto gastrointestinal.

ABSTRACT

The use of sodium bicarbonate as an ergogenic resource in high-intensity exercises has grown, for example, by CrossFit® practitioners. This sport is a modality that combines weight lifting, gymnastics techniques and cardiovascular exercises, combining different functional movements. This study aims to evaluate the effectiveness of using sodium bicarbonate on CrossFit® performance. An integrative literature review was carried out based on a bibliographic survey in the PubMed and Web of Science databases. Articles published in English in the last 10 years, free full text, clinical trials and randomized controlled trials, and studies only in humans were considered. The research took place between April and August 2023. Four articles were selected. Of these four, all are double-blind, crossover, randomized, placebo-controlled studies. All performed on adults, covering individuals aged 19 to 45 years. The average dosage of sodium bicarbonate used was 0.3g/kg of body weight. It was observed that sodium bicarbonate is capable of increasing the extracellular buffering capacity, possibly beneficial for practitioners of the sport. Studies show an improvement in execution time, as well as an improvement in repetitions performed, depending on the test performed. On the other hand, it can generate several side effects, such as diarrhea, bloating and flatulence, which can cause discomfort and hinder sports performance. Such effects were observed in three of the four studies analyzed. The best tolerated form of supplementation in terms of symptoms was progressively increased dosage, with a maximum dose of 0.15 g/kg of body weight. However, the small number of articles available demonstrates the need for more study on the topic.

Keywords: Sodium bicarbonate; CrossFit; Dietary supplement; Gastrointestinal discomfort.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Substâncias ergogênicas nutricionais e desempenho esportivo	11
2.2 Modalidades esportivas de alta intensidade e indicação de ergogênicos	13
2.3 Bicarbonato de sódio como suplemento dietético e sua aplicabilidade	15
2.4 A modalidade esportiva - CrossFit® (atividade de alta intensidade)	16
2.5 Benefícios do uso de bicarbonato de sódio em exercícios de alta intensidade	18
2.6 Efeitos colaterais do uso do bicarbonato de sódio como recurso ergogênico	19
3 OBJETIVOS	22
3.1 Objetivo Geral	22
3.2 Objetivo Específico	22
4 METODOLOGIA	23
5 RESULTADOS	25
6 DISCUSSÃO	28
7 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Fundado em 2001, o CrossFit® é uma modalidade de exercícios intermitentes, com variedade de movimentos funcionais e alta intensidade, que pode ser utilizada para melhoria da saúde e do desempenho esportivo (GLASSMAN, 2007). É um esporte de alta intensidade, que combina levantamento de peso, técnicas ginásticas e exercícios cardiovasculares (Menargues-Ramírez et al., 2022).

O padrão de condicionamento da CrossFit®, marca registrada que criou o crosstraining (modalidade de treinamento), considera 10 habilidades físicas, como dito por Greg Glassman (2002). A resistência cardiovascular/respiratória (habilidade de oxigenação do organismo), energia (habilidade do organismo de processar, entregar, armazenar e utilizar energia), força (habilidade muscular de aplicação de força), flexibilidade (habilidade de maximizar a amplitude do movimento de determinada articulação), potência (habilidade muscular de aplicar força máxima em tempo mínimo), velocidade (habilidade de minimizar ciclo de tempo de um movimento repetido), coordenação (habilidade de combinar padrões distintos de movimento em um único movimento distinto), agilidade (habilidade de minimizar o tempo de transição de um padrão de movimento para outro), equilíbrio (controle do centro de gravidade corporal) e precisão (habilidade de controle do movimento em dada direção ou dada intensidade). É comum o uso de suplementos dietéticos entre atletas com o objetivo de minimizar inadequações de nutrientes em sua dieta, melhorar o desempenho e composição corporal, ou até desfechos específicos na saúde (Garthe; Maughan, 2018).

O uso de suplementos é difundido entre atletas e também na população geral (MAUGHAN, 2018), e a principal razão para seu uso é por acreditarem que a alimentação é insuficiente para suprir as necessidades geradas pelo estresse causado pela carga de treinamento e/ou competição (Garthe; Maughan, 2018). De acordo com a ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2018), suplemento alimentar é um “produto para ingestão oral, apresentado em formas farmacêuticas, destinado a suplementar a alimentação de indivíduos saudáveis com nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos, isolados ou combinados”. Para escolha do suplemento a ser utilizado, deve-se levar em consideração tanto o contexto de uso, como o protocolo específico empregado (MAUGHAN, 2018). A efetividade e benefícios com o uso de alimentos esportivos é mais facilmente

detectada quando são consumidos antes, durante ou após uma competição ou sessão de treino, para prover nutrientes que sua falta limitaria a performance, como prover energia para os músculos, ou estabelecer a homeostase, como repor água e perdas de sais (MAUGHAN, 2018).

Segundo Maughan (2018), atualmente, poucos suplementos podem ser considerados realmente eficazes para melhora de performance, são eles: cafeína, creatina monohidratada, nitrato, bicarbonato de sódio (BS) e possivelmente beta-alanina.

O exercício de alta intensidade requer intensidade máxima ou submáxima, resultando em mudanças bruscas no perfil muscular metabólico. A acidose intramuscular é um fator contribuinte para a fadiga durante o exercício de alta intensidade. Entre muitas estratégias utilizadas para melhoria da capacidade de tamponamento extracelular, está a suplementação com o BS (JUNIOR, 2015), que desempenha um papel importante na manutenção do pH intra e extracelular (GOMES, 2022).

Portanto, visto que evidências atuais disponíveis mostram a eficácia da suplementação do BS em modalidades esportivas de alta intensidade, o presente trabalho visa avaliar a eficácia do uso de BS no desempenho da prática de CrossFit®, atentando-se, também, para os possíveis efeitos colaterais. Qual o efeito no desempenho esportivo de praticantes de CrossFit® ao suplementar bicarbonato de sódio?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo em vista a importância da avaliação dos efeitos ergogênicos de algumas substâncias no desempenho esportivo, esta revisão da literatura tem o propósito de abranger um conhecimento sobre este tema, com enfoque no uso do bicarbonato de sódio na modalidade esportiva do CrossFit®, considerando aspectos como: efeitos ergogênicos de suplementos, suplementos em diferentes modalidades esportivas e efeitos colaterais, entre outros.

2.1 Substâncias ergogênicas nutricionais e desempenho esportivo

A alimentação deve ser a base do plano nutricional do atleta, porém há casos onde a suplementação nutricional pode auxiliá-lo a alcançar as metas nutricionais quando o alimento não supre (Burke et al., 2019). Por isso, o uso de suplementos é difundido em vários esportes, por atletas e pela população em geral, tais quais podem ser utilizados com diversos objetivos: suprir a deficiência de nutrientes, fornecer formas convenientes de energia e macronutrientes, prover benefícios diretos no desempenho ou indiretos, como auxiliar períodos de treino intenso (Maughan et al. 2018).

O *International Olympic Committee* (IOC, 2018) define um suplemento dietético como: “um alimento, componente alimentar, nutriente ou composto não-alimentar que é ingerido propositalmente em adição à dieta consumida habitualmente com o objetivo de alcançar um benefício específico na saúde e/ou performance.” De acordo com o consenso da *International Association of Athletics Federations*, os suplementos que apresentam evidências de que seu uso beneficia a performance, incluem: cafeína, bicarbonato de sódio, beta-alanina, nitrato e creatina, a depender das características de cada esporte. Além disso, os suplementos, sempre que possível, devem ser testados minuciosamente pelo atleta durante o treino que imite o ambiente da competição da forma mais fidedigna possível antes de ser utilizada, de fato, em um cenário de campeonato (Maughan et al. 2018).

De acordo com a declaração do consenso da IOC, os suplementos com evidências científicas que trazem benefícios à performance esportiva são estes:

Quadro 1: Suplementos com eficácia comprovada (IOC, 2018).

Cafeína	
Visão geral	É um estimulante com benefícios bem estabelecidos para o desempenho esportivo em situações com base em endurance (resistência), a curto prazo, com tarefas de sprint supra máximas e/ou repetidas.
Protocolo de uso	3 a 6 mg/kg de massa corporal, na forma de cafeína anidra, como em pó ou cápsula, consumida 60 minutos antes do exercício. Em doses menores de cafeína, até 3 mg/kg (cerca de 200 mg), consumir antes e durante o exercício com uma fonte de carboidrato.
Creatina	
Visão geral	O protocolo de carregamento com a creatina pode melhorar o desempenho de forma aguda em esportes que envolvem exercícios repetitivos de alta intensidade, assim como desfechos crônicos em programas de treinamento baseado nestas características, como treinos de resistência ou intervalados. Desta forma, levará a maiores ganhos de massa magra, além de força e potência muscular.
Protocolo de uso	Fase de saturação: ~20 g/dia, dividido em 04 doses iguais por 5 a 7 dias. Fase de manutenção: 3 a 5 g/dia em dose única. Consumir junto com fonte de carboidrato/proteína misturada, pode aumentar a captação muscular da creatina via estimulação da insulina.
Nitrato	
Visão geral	O nitrato dietético (NO ₃ ⁻) é um suplemento popular que tem sido investigado para avaliar qualquer benefício para exercícios prolongados submáximos e de alta intensidade, intermitentes e esforços de curta duração.
Protocolo de uso	Alimentos ricos em nitrato incluem folhosos verdes e vegetais de raízes, incluindo espinafre, salada de

	rúcula, salsa e beterraba. Benefícios agudos na performance são percebidos cerca de 2 a 3 horas após um consumo de 310 - 560 mg de nitrato. Períodos prolongados de ingestão de nitrato, mais de 3 dias, também aparentam ser benéficos para performance e pode ser uma estratégia positiva para atletas altamente treinados, onde os ganhos no desempenho através da suplementação com nitrato parecem ser mais difíceis de obter.
Beta-alanina	
Visão geral	Aumenta a capacidade de tamponamento intracelular, com potencial benefício no desempenho em exercício sustentado em alta intensidade.
Protocolo de uso	Consumo diário de ~65 mg/kg de massa corporal, ingerido com doses divididas, como por exemplo de 0.8 a 1.6 g a cada 3 ou 4 horas, durante um período prolongado de suplementação de 10 a 12 semanas.
Bicarbonato de sódio	
Visão geral	Aumenta a capacidade de tamponamento extracelular, com potencial benefício no desempenho em exercício sustentado em alta intensidade.
Protocolo de uso	Dose única aguda de 0,2 a 0,4 g/kg de peso corporal, consumido de 60 a 150 minutos antes do exercício. Estratégias alternativas: 1. Doses divididas (várias doses reduzidas que geram a mesma ingestão total) ingeridas durante um período de tempo de 30 a 180 minutos. 2. Carregamento com 3 a 4 doses reduzidas por dia, por 2 a 4 dias consecutivos antes de um evento (competição).

Fonte: International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2018.

2.2 Modalidades esportivas de alta intensidade e indicação de ergogênicos

A glicólise anaeróbia metaboliza, de forma rápida, a glicose e o glicogênio muscular através da cascata glicolítica, sendo a principal via de geração de energia para exercícios de alta intensidade, que duram de 10 a 180 segundos (Thomas; Erdman; Burke, 2016). Ao ter como base o consenso da IOC (2018), os suplementos

com indicação para uso em exercícios de alta intensidade são: creatina, nitrato, beta-alanina e bicarbonato de sódio.

A creatina é um dos recursos ergogênicos mais utilizados entre atletas (Mielgo-Ayuso et al., 2019), justamente por vir sendo reconhecida como o suplemento mais efetivo na melhora da tolerância ao exercício, força muscular e da massa magra (Gualano et al., 2012). A dose efetiva para sua suplementação é de 0.3g/kg/dia por 5 a 7 dias, seguido de uma dose de manutenção de 0.03g/kg/dia (Hall; Trojian, 2013).

O uso deste suplemento pode melhorar os estoques de creatina muscular, aumentando a taxa de ressíntese da fosfocreatina. Desta forma, pode ser otimizado o desempenho em exercícios curtos e de alta intensidade (Maughan, 2018). Em contrapartida, também foi demonstrado por Mielgo-Ayuso et al (2019), que a suplementação de Creatina pode ajudar tanto os atletas que realizam esforço submáximo prolongado (pico de 65-75% da taxa máxima de consumo de oxigênio - VO₂máx), onde há predominância do metabolismo aeróbio, como os que praticam exercícios repetitivos de alta intensidade, utilizando predominantemente o anaeróbio. Há várias modalidades esportivas que utilizam exercícios de alta intensidade, isoladas ou repetitivas, combinado com exercícios de baixa intensidade (Mujika; Burke, 2010), como no CF.

O nitrato tem demonstrado benefícios tanto para exercícios prolongados submáximos, como para os de alta intensidade, intervalados e de curta duração (Maughan et al., 2018). Normalmente, consumido através da ingestão do suco de beterraba, reduz significativamente o custo do O₂ no exercício submáximo e melhora o desempenho esportivo durante um exercício de endurance em alta intensidade (Jones, 2014). A recomendação da ingestão dietética do nitrato por meio de seus alimentos-fonte, como o suco de beterraba, para melhora da performance é de 0,1 a 0,2 mmol/kg de peso corporal, a depender da estratégia de suplementação (Wong, 2021).

A beta-alanina atua melhorando o desempenho em treinos que poderiam ser limitados por distúrbios ácido-base, associado a taxas altas de glicólise anaeróbica (Quesnele, 2014). Como referido pela *International Society of Sports Nutrition* (2015), este suplemento é um precursor limitante da taxa de síntese de carnosina, de forma que aumenta os níveis de carnosina no músculo esquelético humano.

Ingestão de 4 a 5 g/dia de beta-alanina aumenta a concentração de carnosina muscular em até 64% após 4 semanas, como mostrado por Harris (2006), e até 80% após 10 semanas (Hill, 2007). A suplementação com beta-alanina durante 4 semanas, sendo 4 a 6 g/dia, age como um tamponante do pH intracelular por aumentar de forma significativa as concentrações de carnosina muscular (Trexler, 2015).

Como concluído pela *International Society of Sports Nutrition* (2021), o BS melhora o desempenho em atividades de endurance muscular, diferentes esportes de combate (boxe, judô, karatê, taekwondo e wrestling), e em exercícios de alta intensidade como ciclismo, corrida, natação e remos, apresentando efeito ergogênico mais expressivo em tarefas de alta intensidade com duração de 30 segundos a 12 minutos. O protocolo de ingestão durante múltiplos dias também é efetivo na melhoria do desempenho no exercício, de forma que deve ser feito entre 3 a 7 dias antes do exercício de teste, com uma dose total de 0,4 ou 0,5 g/kg por dia, podendo ser fracionado em doses menores ao longo do dia para reduzir os efeitos colaterais (Grgic, 2021).

2.3 Bicarbonato de sódio como suplemento dietético e sua aplicabilidade

A fadiga muscular, pelo conceito clássico, é definida como qualquer redução na capacidade do sistema neuromuscular de gerar força (Woledge, 1998). Há também o conceito levantado por outros estudos, onde caracterizam a fadiga como declínio da força muscular durante e após exercícios de intensidade máxima ou submáxima, associado à incapacidade de sustentar a intensidade por certo período de tempo, e redução da velocidade de contração e aumento do tempo de relaxamento muscular (Allen, Lännergren e Westerblad, 1995).

Um possível agente da fadiga é a acidose metabólica induzida pelo exercício, principalmente aqueles de alta intensidade e curta duração (Ascensão et al., 2003). Grande parte dos efeitos do ácido láctico no desenvolvimento da fadiga muscular é consequência do aumento da concentração de íons H^+ , com consequente redução do pH, decorrente da rápida dissociação do ácido láctico (Ascensão et al., 2003).

A glicólise tem o piruvato como seu produto final, quando sua redução pelas isoenzimas lactato desidrogenase (LDH) levam à formação do lactato. Após a redução piruvato em lactato, é transportado para corrente sanguínea através de

transportadores, que transportam junto a ele um íon H^+ , inibindo a acidose no músculo. No entanto, a acidose é transferida para o sangue ou outros tecidos, onde pode ser transportada ou metabolizada (Maughan, 2000).

Quando os distúrbios no equilíbrio ácido-base são gerados por uma mudança no fluido extracelular da concentração de HCO_3 , estes são chamados de distúrbio ácido-base metabólico, enquanto a acidose causada primariamente por redução na concentração de HCO_3 , chama-se de acidose metabólica (Hall; Hall, 2021).

Além da sua utilização no esporte, o BS pode ser utilizado em outros âmbitos, como por exemplo em unidades de terapia intensiva. É comum o distúrbio de acidose láctica em pacientes críticos, sendo a utilização deste composto uma das formas de tratamento deste distúrbio, porém ainda alvo de controvérsias (Rocha, 2009).

2.4 A modalidade esportiva - CrossFit® (atividade de alta intensidade)

O CrossFit® (CF) combina movimentos de diferentes esportes, como o levantamento de peso (levantamento de peso olímpico ou powerlifting), movimentos com peso corporal (como os ginásticos), exercícios cardiovasculares e variadas técnicas de outros esportes (Fisker et al., 2017). Atualmente, com mais de 15 mil academias afiliadas em todo o mundo (Gitnux, 2023), é uma modalidade esportiva com treinos constantemente variados, de alta intensidade e movimentos funcionais (Glassman, 2007), que trabalha a força de core e condicionamento físico (Glassman, 2002).

A modalidade tem foco em melhorar os 10 domínios da capacidade física: resistência cardiovascular e respiratória, resistência muscular, força, flexibilidade, potência, velocidade, coordenação, agilidade, equilíbrio e precisão (Glassman, 2002). A performance e competição têm sido parte do esporte, de forma que em 2023 o *Crossfit Games Open* contou com a participação de 323.014 competidores (Genetin-Pilawa, 2023).

Com uma ampla variedade de exercícios, desde corrida e remo até movimentos de Levantamento de Peso Olímpico - LPO (*snatch, clean and jerks*), *powerlifting* (agachamento, levantamento terra, desenvolvimento, supino) e movimentos ginásticos (barra fixa / com balanço, abdominais, avanço, burpees, marinho, entre outros) (Weisenthal, 2014). Comumente, esses exercícios são

combinados em um treino de alta intensidade, performados de forma ágil, com repetições sucessivas, com tempo de descanso limitado ou sem tempo de descanso (Weisenthal, 2014). Um estudo demonstrou que a prática de CF é capaz de melhorar a capacidade metabólica e resultar em melhoras no fitness, baseado no VO2 máximo e composição corporal (Smith, 2013).

Visto que o CF tem como base o LPO, a ginástica e o condicionamento metabólico, o objetivo da modalidade é utilizar métodos que são eficientes para o desenvolvimento de cada habilidade unicamente, mas que também tenham transferência para um desenvolvimento geral do *fitness*. O LPO e a ginástica são tipos de exercícios de resistência, tais quais utilizam carga externa e o peso corporal, respectivamente, de forma que gere o desenvolvimento da força absoluta e relativa. A parte do condicionamento metabólico é referente ao treinamento aeróbico ou cardiorrespiratório (Schlegel, 2020).

O *Workout of the Day* (WOD), o treino do dia, é composto de movimentos funcionais, performados com alta intensidade (Glassman, 2007), pode ter diferentes objetivos e, normalmente, é a parte principal, e às vezes única, da sessão de treino. Ele pode ter foco em condicionamento, força ou ser uma combinação, além de também variar em sua duração (Crawford et al, 2018). Por isso, a resposta fisiológica à carga e o potencial de adaptação subsequente também se diferem (Schlegel, 2020). Durante um exercício de alta intensidade com duração maior que alguns segundos, a adenosina trifosfato (ATP) é ressintetizada por processos aeróbicos e anaeróbicos, de forma que esta habilidade de ressintetizar ATP pode limitar a performance em muitos esportes (Tabata et al., 1996).

A fadiga muscular, que comumente ocorre em esportes de resistência, é dada como a redução na capacidade do sistema neuromuscular de gerar força (Silva, 2006). O acúmulo de produtos metabólicos, como o lactato, geram uma inibição da contração muscular, dando origem à fadiga (McCully, 2002). O aumento na concentração de lactato reduz a capacidade contrátil muscular, tanto porque o acúmulo de íons de hidrogênio reduzem o pH, gerando uma acidose metabólica, como pela inibição da fosfofrutoquinase (PFK) (Maté-Muñoz, 2017). Desta forma, como a fadiga induzida pelo exercício é a incapacidade de manutenção de determinada potência, quando ela ocorre, há também redução no desempenho,

acompanhado por aumento da sensação de esforço percebido (Silva; De-Oliveira; Gevaerd, 2006).

2.5 Benefícios do uso de bicarbonato de sódio em exercícios de alta intensidade

Como referido por Martin et al. (2023), na tentativa de retardar os efeitos deletérios da fadiga no esporte e desempenho do exercício, diferentes estratégias nutricionais são utilizadas. Em sessões individuais de exercícios de alta intensidade com duração de 1 a 10 minutos, ou sessões repetidas de exercícios de curta duração, de 4 a 90 segundos, foi notado otimização do desempenho esportivo ao utilizar a ingestão do BS como forma de induzir alcalose metabólica (Martin et al., 2023).

O BS melhora o desempenho em eventos que seriam limitados por distúrbios ácido-base, associado com altas taxas de glicólise anaeróbica, tais como: exercício de alta intensidade com duração de 1 a 7 minutos, *sprints* repetitivos de alta intensidade, e também melhora a capacidade para movimento rápido e explosivo de alta intensidade durante treinos de resistência (Carr; Hopkins; Gore, 2011).

Para a produção de energia e, assim, contração muscular, o adenosina trifosfato (ATP) é catalisado pela miosina adenosina trifosfato (ATPase). Visto que o armazenamento de ATP é limitado e logo é depletado no exercício, o organismo adquire energia de outras formas, como da fosfocreatina, carboidratos e gorduras (Cermak, 2013). Modalidades de alta intensidade geram acúmulo de lactato e íons de hidrogênio, o que ocorre devido a predominância do sistema glicolítico, resultando em quantidade limitada de oxigênio para as células musculares funcionantes (Coso, 2010). Acredita-se que a acidose metabólica ou declínio no pH muscular contribui para a fadiga do músculo, devido à inibição de vários processos metabólicos. Isto corrobora para defesa de que a suplementação do BSo reduz a fadiga muscular, melhorando o desempenho atlético (Siegler, 2016).

O aumento das concentrações de bicarbonato de sódio a nível sanguíneo, em teoria, pode aumentar o desempenho em exercícios de alta intensidade (Durkalec-Michalski, 2018). Visto que diversos artigos demonstram que a ingestão oral do BS eleva o pH e sua concentração no sangue, este composto tem sido proposto como recurso ergogênico (Durkalec-Michalski, 2018). Como sugerido por Carr, Hopkins e Gore (2011), dentre os mecanismos responsáveis pelo efeito

ergogênico do bicarbonato de sódio, estão a melhoria no tamponamento extracelular, com subsequente aumento no pH intramuscular.

A melhoria do desempenho observada, seguida da ingestão do BS, é possivelmente pela capacidade de tamponamento extracelular, visto que a concentração de HCO_3^- e do pH sanguíneo antes do exercício foram mais altos após a ingestão do suplemento. Desta forma, a melhoria da capacidade de tamponamento extracelular estimula os co-transportadores de lactato/ H^+ , auxiliando o efluxo de H^+ do espaço intramuscular para o fluido extracelular, de forma que permite uma maior remoção do H^+ , aumentando o pH intramuscular (Price; Singh, 2008).

De acordo com o estudo realizado por Carr, Hopkins e Gore (2011), a recomendação da dosagem para suplementação com bicarbonato de sódio é de 0,3 g/kg de peso corporal, para melhora no desempenho em cerca de 2% em tiros de alta intensidade com duração de cerca de 1 minuto, para atletas de ambos os sexos. Neste trabalho também foi pontuado que ao utilizar maior dose de BS, aumentando de 3,5 para 4,5 mmol/kg/BM, resulta em melhorias no desempenho. Contudo, é igualmente importante monitorar os sintomas gastrointestinais consequentes deste aumento da dosagem, para então avaliar através de uma perspectiva de utilidade.

2.6 Efeitos colaterais do uso do bicarbonato de sódio como recurso ergogênico

Segundo a *International Society of Sports Nutrition* (ISSN, 2021), a suplementação com BS pode gerar importante desconforto gastrointestinal como efeito colateral. Devido ao acúmulo do CO_2 no intestino com o uso deste suplemento, alguns sintomas que podem ocorrer são: estufamento abdominal, náusea, vômito e dor abdominal (Kahle, 2013). Os sintomas gastrointestinais ocorrem devido ao CO_2 liberado por uma reação que ocorre no estômago: o ingerir o bicarbonato de sódio, ocorre uma reação onde o NaHCO_3 reage rapidamente com o ácido clorídrico, formando NaCl , CO_2 e H_2O (Łoniewski; Wesson, 2014). A incidência desses sintomas, além da severidade dos efeitos colaterais, é diretamente proporcional à dose de BS ingerida, devendo ser também considerada ao analisar o desempenho esportivo de maneira geral (McNaughton, 1992).

Uma das estratégias que podem ser utilizadas para reduzir os efeitos colaterais é o momento da ingestão do BS (Siegler, 2012; Carr, 2011), de forma que o suplemento não seja ingerido em momento próximo da sessão de treino (Grgic, 2021). Como reportado por Siegler (2012), houve menor desconforto gastrointestinal 180 minutos após a ingestão do BS, ao comparar com 60 e 120 minutos após. Similarmente, Carr (2011) reportou que após 90 minutos da ingestão é quando ocorre a maior incidência de efeitos colaterais, de forma que o desempenho neste momento seria possivelmente comprometido. Em contrapartida, há estudos que demonstram melhoria no desempenho esportivo apesar do desconforto gastrointestinal (Price; Simons, 2010).

De acordo com o consenso da ISSN de 2021, para suplementação com BS a longo prazo na dose comumente indicada de 0,3g/kg de peso corporal, irá gerar um aumento da quantidade habitual de sódio para o corpo, podendo contribuir para aumento da “quantidade tolerada de ingestão” (“Tolerable Upper Intake Level”) de sódio especificada nas diretrizes nutricionais. Contudo, o consenso também afirma que não há conhecimento ainda dos efeitos da suplementação com BS na função renal, ainda necessitando de investigação.

Como documentado por Durkalec-Michalski (2018), os benefícios no desempenho atlético com a suplementação com BS são bem documentados. Contudo, o maior limitante do seu uso em atletas são os sintomas gastrointestinais como efeito colateral, de forma que atletas que experienciam esses desconfortos são menos prováveis de performar bem suplementando com BS (Saunders, 2014).

No estudo feito por Martin et al. (2023), foi avaliado, além da eficácia da suplementação de bicarbonato de sódio, os sintomas gastrointestinais (GI). Desta forma, foi apresentado que de 11 participantes, no momento do placebo, 03 apresentaram sintomas GI, sendo 02 com náusea e 01 com urgência intestinal. Já na suplementação com BS, 05 de 11 apresentaram sintomas GI, podendo ser diarreia, estufamento abdominal, urgência intestinal, eructação (arroto), flatulência e/ou cólicas abdominais, sendo em sua maioria alguns sintomas combinados.

Considerando o que foi apresentado, faz-se pertinente a análise dos estudos disponíveis sobre a suplementação do BS para praticantes de CrossFit, um exercício

de alta intensidade, para, então, avaliar os benefícios reais de seu uso, em contrapartida aos efeitos colaterais causados.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar e descrever sobre a eficácia do uso de bicarbonato de sódio no desempenho da prática de CrossFit®.

3.2 Objetivo Específico

Identificar os possíveis efeitos do uso de bicarbonato de sódio no desempenho da prática de CrossFit®.

Avaliar os possíveis efeitos colaterais com o uso do bicarbonato de sódio como suplemento dietético no CrossFit®.

Identificar as doses utilizadas para melhora no desempenho esportivo do CrossFit®, bem como a influência da dose para os possíveis efeitos colaterais.

4 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como revisão integrativa da literatura, que tem como objetivo sintetizar os resultados dos artigos que avaliem a importância e real efetividade da suplementação com bicarbonato de sódio em praticantes de CrossFit®, além de seus possíveis efeitos colaterais.

A construção do estudo se deu nas seguintes etapas:

1ª etapa: foi feito levantamento bibliográfico com coleta de dados nas plataformas PubMed e Web of Science, com o descritor “sodium bicarbonate AND crossfit” no idioma inglês.

2ª etapa: como critério de elegibilidade, foram considerados apenas artigos com o texto completo gratuito, ensaios clínicos e ensaios clínicos controlados randomizados, de publicação de até 10 anos atrás, ou seja, entre 2013 e 2023 e, estudos apenas em humanos. A pesquisa foi realizada entre os meses de abril e agosto de 2023.

3ª etapa: a partir da pergunta norteadora “Qual o real efeito no desempenho esportivo de praticantes de CrossFit® ao suplementar bicarbonato de sódio?”, foi feita a seleção dos artigos a serem utilizados, avaliando quais se enquadram no tema a ser estudado e excluindo-se artigos em duplicata nas plataformas.

A partir desta pesquisa, foram encontrados 4 resultados na PubMed, onde os 4 foram selecionados. Já no Web of Science, foram obtidos 6 resultados, sendo excluídos 2 destes, e selecionados 4 artigos, contudo, os mesmos já escolhidos previamente na PubMed. Desta forma, a partir da pesquisa e seleção dos artigos a partir dos critérios estabelecidos, foram escolhidos 4 estudos para serem comparados neste trabalho, com seus resultados interpretados e discutidos, decorrendo a revisão e síntese do conhecimento.

Quadro 2: Demonstração quantitativa da seleção dos artigos.

Bases	PubMed	Web of Science
Termos de Busca	Sodium bicarbonate AND CrossFit	Sodium bicarbonate AND CrossFit
Encontrados	4	6
Excluídos	0	2
Selecionados	4	4

Fonte: elaborado pelo autor.

5 RESULTADOS

É possível ver, no quadro 3 a seguir, características gerais dos estudos selecionados, incluindo o ano de publicação e autores, título do artigo, objetivos, método de estudo e principais resultados.

A partir da análise feita destes quatro artigos selecionados para o trabalho, 3 destes foram publicados em 2023, e um restante em 2018, o que mostra que o estudo acerca da suplementação do BS em praticantes e/ou atletas de CrossFit®, ainda é um tema bastante recente. Dois artigos, avaliaram o uso do BS singularmente, um estuda seu consumo junto com uma fonte de carboidrato, e um avalia o consumo de BS junto e separadamente com a cafeína. Além disso, faz parte do objetivo de um destes estudos, também, analisar distúrbios gastrointestinais ao ser feito uso desse suplemento.

Houve uma média de 17 participantes nestes estudos, onde um deles se limita a atletas apenas do sexo feminino, outro a apenas o sexo masculino, enquanto os outros dois abrangem ambos os sexos. Os 4 estudos são randomizados: um foi estudo cruzado com 11 atletas do sexo feminino; outro foi duplo-cego, cruzado, com 11 praticantes da modalidade; o terceiro foi duplo-cego e placebo-controlado com 19 atletas; e o quarto e último, duplo-cego, cruzado e placebo-controlado com participação de 20 praticantes de CrossFit®.

Quadro 3: Artigos selecionados para a revisão.

Nº	Ano/Autores	Título do artigo	Objetivos	Métodos	Resultados
1	2023 / Robyn A. X. J. Martin; Nathan P. Hilton; S. Andy Sparks; Bryan Saunders; Lars R. McNaughton.	<i>The effects of enteric-coated sodium bicarbonate supplementation on 2 km rowing performance in female CrossFit® athletes</i>	O objetivo do estudo foi estabelecer o efeito da ingestão de BS pré-exercício cronometrado individualmente no desempenho do contra-relógio de remo de 2 km em atletas do sexo feminino.	Estudo randomizado cruzado, com onze atletas de CrossFit do sexo feminino.	A ingestão de bicarbonato de sódio melhorou o desempenho de remo em comparação com os ensaios com o placebo e de familiarização, representando melhora de 2,24% comparado ao placebo. A alcalose do tempo até o pico individual ocorreu 102,3 ± 22,1 min após a ingestão e resultou em aumento [HCO ₃ ⁻] no

					sangue de $5,5 \pm 1,5$ mmol · L ⁻¹). A alteração no sangue [HCO ₃ ⁻] foi significativamente correlacionada com a melhora do desempenho entre os ensaios de placebo e BS.
2	2018 / Krzysztof Durkalec-Michalski, Emilia E Zawieja, Tomasz Podgórski, Igor Łoniewski, Bogna E Zawieja, Marta Warzybok, Jan Jeszka	<i>The effect of chronic progressive-dose sodium bicarbonate ingestion on CrossFit-like performance: A double-blind, randomized cross-over trial.</i>	Examinar os efeitos da dose progressiva crônica da ingestão de bicarbonato de sódio no desempenho no CrossFit e capacidade aeróbica.	Estudo randomizado, duplo-cego, cruzado, com participação de 21 praticantes de CrossFit.	Não foi reportado nenhum efeito colateral gastrointestinal durante o protocolo inteiro. O desempenho geral no treino Fight Gone Bad foi melhorado em 6,1% com a suplementação do BS, sendo 3,1% maior ao comparar com o placebo. O número de repetições executadas em cada round também melhorou com a suplementação do BS. Além disso, nos testes de ciclismo incremental, tempo até o limiar ventilatório, a carga de trabalho no limiar ventilatório e a frequência cardíaca no limiar ventilatório mostraram maiores valores na suplementação com BS do que no placebo. Além disso, a produção máxima de dióxido de carbono aumentou em 4.8% com o uso do BS.
3	2023 / Krzysztof Durkalec-Michalski, Paulina M Nowaczyk, Joanna Kamińska, Bryan Saunders, Igor Łoniewski, Dominika Czubaszek, Michał Steffl, Tomasz Podgórski.	<i>The interplay between bicarbonate kinetics and gastrointestinal upset on ergogenic potential after sodium bicarbonate intake: a randomized double-blind placebo-controlled trial</i>	Monitoramento abrangente da cinética de bicarbonato no sangue (HCO ₃ ⁻) e avaliação de distúrbios gastrointestinais para determinar seu impacto no potencial ergogênico do bicarbonato de sódio quando co-ingrido com carboidrato.	Estudo randomizado, duplo-cego, placebo-controlado, com participação de 19 atletas de CrossFit	A dose implementada de bicarbonato de sódio mais carboidrato foi eficaz em melhorar a capacidade de tamponamento, mas não impediu decréscimos no desempenho nos testes de Wingate. Os efeitos colaterais gastrointestinais foram cruciais para afetar o potencial ergogênico do BS.

4	2023 / Amirhosein Ziyaiyan, Fatemeh Shabkhiz, Martin Hofmeister	<i>Supplementation of caffeine and sodium bicarbonate together could not improve performance and performance-related factors in CrossFit participants: a randomized, double-blind, placebo-controlled study</i>	Examinar o efeito de ingestão da cafeína e do bicarbonato de sódio separadamente e em combinação no desempenho e taxa de esforço percebido durante o treino de crossfit Cindy em participantes de CrossFit.	Estudo duplo-cego, cruzado, randomizado, placebo-controlado, com participação de 20 participantes de CrossFit sob 5 condições experimentais.	A suplementação concomitante da cafeína com BS reduziu a taxa de esforço percebido, apesar de aumento significativo na frequência cardíaca máxima, porém sem efeito significativo no desempenho, força de preensão e força muscular.
---	---	---	---	--	--

Fonte: elaborado pelo autor.

6 DISCUSSÃO

De acordo com os artigos selecionados com a temática deste trabalho, é notório que o uso da suplementação do bicarbonato de sódio em praticantes de CF ainda é um tema novo, com poucos estudos a serem analisados. Contudo, percebe-se homogeneidade nos resultados entre os estudos, também similar aos 04 consensos atuais encontrados: *International Association of Athletics Federations (2019)*, *International Olympic Committee (2018)*, *American College of Sports Medicine (2016)* e da *International Society of Sports Nutrition (2021)*, que foca especificamente no uso do BS na performance (desempenho) do exercício.

O estudo regido por Martin et al. (2023) analisou se a suplementação com BS poderia melhorar a performance de 11 atletas de CF do sexo feminino, com 29 ± 4 anos de idade, em um teste de remo de 2 km. Contudo, diferente dos outros, este se limita ao suplemento em cápsula com revestimento entérico. Participantes com hipertensão, disfunção renal ou que seguiam dieta restrita em sal foram excluídas do estudo. O teste se deu em três etapas, com no mínimo 03 dias entre elas, iniciando com um teste de familiarização, seguido de dois testes em ordem randômica. Cada etapa consistiu na execução de 2 km de remo após o consumo da cápsula, sendo esta sem nenhum suplemento (familiarização - FAM), com 0,07 g/kg de peso corporal de cloreto de sódio (placebo - PLA), ou com 0,3 g/kg de peso corporal com BS com revestimento entérico.

Em dado estudo (Martin et al., 2023), devido a grande variabilidade de quanto tempo após a ingestão do BS ocorre o pico da concentração sanguínea de HCO_3^- , essa resposta individual à ingestão do suplemento foi determinada para haver a sincronia do exercício no momento do pico da $[\text{HCO}_3^-]$, este que ocorreu após 75 a 150 minutos da ingestão da cápsula. Desta forma, houve melhora do tempo das atletas ao performar os 2 km com a ingestão do BS, com melhora da performance de 2,24% ao comparar com o PLA. Quanto aos efeitos colaterais, na etapa do placebo, três das 11 participantes apresentaram sintomas como náusea e urgência intestinal. Contudo, na etapa BS, que utilizou o suplemento, cinco das 11 participantes apresentaram sintomas gastrointestinais, representando quase 50% do grupo. Dentre estes sintomas, foi reportado diarreia, estufamento abdominal, urgência intestinal, eructação, flatulência e cólicas, de forma que uma das

participantes apresentou todos destes colaterais no teste BS, e nenhum sintoma no FAM ou PLA.

Essa melhora do desempenho é provavelmente atribuída ao aumento da capacidade de tamponamento extracelular, como também pontuado pelo autor, principalmente ao notar-se que a $[HCO_3^-]$ e pH sanguíneos foram maiores após a ingestão do BS. A melhora da capacidade de tamponamento extracelular estimula os co-transportadores de lactato/ H^+ , auxiliando o efluxo de H^+ do espaço intramuscular para o fluido extracelular, de forma que permite melhora da remoção do H^+ , aumentando o pH intramuscular (Price; Singh, 2008). Como se observou também maior concentração de lactato sanguíneo após o exercício no teste com BS, a maximização do fluxo glicolítico provavelmente facilitou o exercício de alta intensidade (Martin et al., 2023). Contudo, o teste executado por tal estudo abrange pequeno grupo e é restrito a apenas um sexo, além de isolar um específico exercício utilizado na modalidade CF. Deve haver cautela ao abranger os resultados para a modalidade, que abrange os mais diferentes treinos e exercícios, além de 50% da população estudada apresentar sintomas gastrointestinais. Por tal razão, ainda permanece inconclusivo o real benefício, ao comparar com os possíveis malefícios momentâneos, da suplementação com BS para praticantes da modalidade do CrossFit.

Durkalec-Michalski et al. 2018, avaliaram por meio de teste realizado com 21 praticantes de CF do sexo feminino (09) e masculino (08), com 32 ± 5 anos de idade, alocados em 02 grupos, também mantendo participantes apenas em boas condições de saúde. O experimento consistiu em dois blocos de 10 dias cada, separados por 14 dias entre eles como um período de “limpeza” do suplemento do organismo dos participantes. Em quatro visitas ao laboratório, os participantes ingeriram BS ou placebo (maltodextrina com cloreto de sódio). Antes e após cada ingestão do suplemento ou placebo, os participantes executaram o teste incremental de ciclismo (ICT) e um teste de *fitness* específico de CrossFit®, o Fight Gone Bad (FGB) em dias diferentes. No grupo BS, foi ingerido o suplemento em regime de dose progressiva ao longo dos dias para reduzir a probabilidade de efeitos colaterais gastrointestinais, de forma que iniciou com 25% da dose final, e o 100% (dose final, de 150 mg/kg) foi alcançado no 8º dia, mantendo até o 10º dia.

Neste estudo (Durkalec-Michalski et al., 2018), quanto aos efeitos colaterais, o regime de dose progressiva foi bem tolerado, de forma que não houve nenhuma queixa significativa (pontuando > 5 em uma escala de 0 a 10), principalmente ao comparar com a ingestão de forma aguda. Também foi possível observar melhoras significativas no desempenho nos treinos de teste, mesmo a dosagem sendo aparentemente pequena para perceber mudanças no lactato sanguíneo. Além disso, os testes também mostraram possível melhora na adaptação metabólica com a suplementação de BS realizada. Por tal razão, o método de suplementar o bicarbonato de sódio de forma progressiva aparenta ser a melhor opção para, além de atingir os efeitos desejados no desempenho, evitar os desconfortos gastrointestinais de forma que tanto seja prejudicial para o bem-estar do indivíduo, quanto atrapalhe seu desempenho na modalidade.

O estudo realizado por Durkalec-Michalski et al. (2023) avaliou o potencial ergogênico do BS ao associar sua ingestão com carboidratos (CHO), utilizando 19 atletas de CF em seu estudo, com boas condições gerais de saúde, de ambos os sexos, porém, diferentemente dos anteriores, onde abrangeu indivíduos mais novos, a população estudada foi de 37 ± 8 anos de idade. Para o teste, foi realizado o teste anaeróbio de Wingate, com 06 séries de 15 segundos, 90 minutos após a ingestão de BS, em uma dose de 0,4 g/kg de peso, associado ao CHO (15 g, em 150ml de suco de laranja, utilizado na diluição do suplemento), ou placebo (PLA) também associado ao CHO, além do grupo controle (sem suplementação alguma). Foi utilizada uma dose de 0,4 g/kg de BS, combinado com 15g de carboidrato. O placebo continha a mesma quantidade que o BS, porém de cloreto de sódio, assim como os estudos anteriormente analisados.

A fonte de carboidrato deste experimento, o suco de laranja, (Durkalec-Michalski et al., 2023) foi utilizada com o intuito de possivelmente reduzir os sintomas gastrointestinais (Carr et al., 2011). 60 a 90 minutos após a ingestão do BS associado ao CHO, foi observada melhora efetiva na capacidade de tamponamento extracelular. Contudo, no teste anaeróbio de Wingate realizado, a suplementação do BS com o carboidrato não evitou a redução no desempenho dos indivíduos, não aparentando haver relação significativa entre o HCO_3 sanguíneo e o desempenho no dado teste físico. Quanto aos sintomas avaliados, no grupo que

utilizou o BS com o CHO houve significativamente maiores queixas gerais do sistema gastrointestinal do que no controle, além de mais problemas estomacais ao comparar com o controle e com o placebo. Dentre os estudos analisados, este utilizou a maior dosagem na suplementação do BS (0,4 g/kg PC), além de ser o que demonstrou mais queixas gastrointestinais, mesmo associando o BS com CHO, e menos melhoria no desempenho. Portanto, o aumento da dose utilizada não é proporcional à melhora na *performance* gerada.

No estudo realizado por Ziyaiyan, Shabkhiz e Hofmeister (2023), o objetivo foi examinar o efeito da cafeína e BS na performance do treino de CrossFit Cindy, sendo suplementados separadamente ou combinados. Foi realizado um teste com 20 participantes praticantes de CF, apenas do sexo masculino, com $22,3 \pm 2,88$ anos de idade, sendo consideravelmente mais jovens que nos outros artigos inclusos neste trabalho. A suplementação, com BS (0,3 g/kg de peso corporal), ou placebo (celulose), foi iniciada 3 dias antes de cada sessão de treino do protocolo, além das cápsulas serem ingeridas com 250 a 300 ml de água para evitar desconforto gastrointestinal e auxiliar na absorção dos suplementos. No próprio dia do teste, foram administradas cápsulas contendo BS (0,1g/kg) ou placebo, 120, 90 e 60 minutos antes do protocolo, e a cápsula contendo cafeína (6 mg/kg) ou placebo foi ingerida 50 minutos apenas antes do teste.

A conclusão apresentada por este estudo (Ziyaiyan, Shabkhiz e Hofmeister, 2023) foi que houve melhora do desempenho em todas as condições de teste, ao comparar com o placebo. Porém, ao avaliar a suplementação concomitante de cafeína e BS, percebeu-se que não trariam benefícios adicionais na melhora da *performance* dos participantes. Desta forma, não há variação da suplementação separadamente ou em conjunto.

7 CONCLUSÃO

A suplementação com BS no meio esportivo é consideravelmente recente, visto que o consenso da *International Society of Sports Nutrition* sobre o uso deste ergogênico foi publicada em 2021. Diante do exposto nesta revisão, a suplementação com BS para praticantes de CrossFit apresenta benefícios na *performance* dos treinos de alta intensidade e mais curta duração, como permitindo execução de mais repetições do exercício, ou executá-lo em menor tempo. Isto ocorre pelo BS gerar melhora na capacidade de tamponamento extracelular, auxiliando para o aumento do pH intramuscular e retardando a acidose induzida pelo exercício. A dose a ser utilizada para melhor otimização dos resultados performáticos é de 0,3g por kg de peso corporal. Além disso, vale ressaltar a frequência de relatos nas queixas gastrointestinais, tais quais em sua maioria não foram graves, porém podem atrapalhar o desempenho do atleta. De forma a evitar tal efeito, mostrou-se efetivo o método de progredir as doses ao longo dos dias, além de, quando na dose final, dividi-la em doses menores ao longo do dia. Por fim, mostra-se necessário mais estudos acerca do uso do bicarbonato de sódio como suplemento dietético a longo prazo, além de novas maneiras mais efetivas de sua suplementação, de forma a evitar os desconfortos gastrointestinais.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, D.; LÄNNERGREN, J.; WESTERBLAD, H. **Muscle cell function during prolonged activity: cellular mechanisms of fatigue**. *Experimental Physiology*, 80: 497-527, 1995.
- ASCENSÃO, A. et al. **Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceitual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica**. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, vol. 3, nº 1 [108–123], 2003.
- BRASIL. **Ministério da Saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 243, de 26 de julho de 2018.
- BURKE, L. M. et al. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 2019. DOI: 10.1123/ijsnem.2019-0065.
- CARR, A. J. et al. Effect of sodium bicarbonate on [HCO₃⁻], pH, and gastrointestinal symptoms. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**. v. 21, p. 189-194, 2011. DOI: 10.1123/ijsnem.21.3.189.
- CARR, A. J.; HOPKINS, W. G.; GORE, C. J. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. **Sports Medicine**, 2011, p. 801-814.
- CERMAK, N. M.; LOON, L. J. C. V. The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. **Sports Medicine**, 2013. DOI: 10.1007/s40279-013-0079-0
- CLAUDINO, J. G.; et al. CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine - Open**, v. 4, n. 11, 26 fev. 2018.
- COSO, J. D. et al. Restoration of blood pH between repeated bouts of high-intensity exercise: effects of various active-recovery protocols. **European Journal of Applied Physiology**, 24 Out. 2009.
- CRAWFORD, D. A. et al. Are Changes in Physical Work Capacity Induced by High-Intensity Functional Training Related to Changes in Associated Physiologic Measures? **Sports**, jun. 2018. PMID: 29910330
- CROSSFIT. **What is CrossFit?**. Disponível em: <https://www.crossfit.com/what-is-crossfit/?_ga=2.21314041.357838858.1689082283-1182947286.1689082283>. Acesso em: 11 de jul. 2023.
- DURKALEC-MICHALSKI, K. et al. The interplay between bicarbonate kinetics and gastrointestinal upset on ergogenic potential after sodium bicarbonate intake: a randomized double-blind placebo-controlled trial. **Scientific Reports**, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-34343-0.
- DURKALEC-MICHALSKI, K., et al. The effect of chronic progressive-dose sodium bicarbonate ingestion on CrossFit-like performance: A double-blind, randomized cross-over trial. **PLoS ONE**, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0197480.

FISKER, F. Y. et al. Acute tendon changes in intense CrossFit workout: an observational cohort study. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 27, n. 11, p. 1258-1262, 07 out. 2016. DOI: 10.1111/sms.12781.

GARTHE, I., MAUGHAN, R.J. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, 2018 Mar 1;28(2):126-138. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0429. Epub 2018 Mar 26. PMID: 29580114.

GENETIN-PILAWA, J. 2023 NOBULL CrossFit Open Registration Trends Up For Third Straight Year. **Morning Chalk Up**, 20 Fev. 2023. Crossfit Games. Disponível em: <https://morningchalkup.com/2023/02/20/2023-nobull-crossfit-open-registration-trends-up-but-lags-behind-recent-growth/> Acesso em: 09 Set. 2023.

GLASSMAN, Greg. Foundations. **CrossFit Journal**, 2002. Disponível em: <<http://journal.crossfit.com/2002/04/foundations.tpl>>. Acesso em: 25 de jul. 2023.

GLASSMAN, Greg. Understanding CrossFit. **CrossFit Journal**, 2007. Disponível em: <<http://journal.crossfit.com/2007/04/understanding-crossfit-by-greg.tpl>>. Acesso em: 11 de jul. 2023.

GLASSMAN, Greg. What Is Fitness?. **CrossFit Journal**, 2002. Disponível em: <<https://journal.crossfit.com/article/what-is-fitness>>. Acesso em: 11 de jul. 2023.

GOMES, G. C.; RIBEIRO, P. V. DE M.; BINOTI, M. L. Efeito da suplementação aguda de bicarbonato de sódio na performance, percepção subjetiva de esforço e desconfortos gastrointestinais em homens praticantes de CrossFit®. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 16, n. 101, p. 439-449, 15 jan. 2023.

GRGIC, J. et al. International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, p. 18-61, Set 2021. DOI: 10.1186/s12970-021-00458-w.

GUALANO, B. et al. In sickness and in health: the widespread application of creatine supplementation. **Amino Acids**, v. 43, p. 519-529, Nov 2010. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1132-7>

HALL, J. E.; HALL, M. E. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Elsevier, Inc, p. 390, 2021.

HALL, M.; TROJIAN, T. H. Creatine supplementation. **Curr Sports Med Rep**, Ago 2013. DOI: 10.1249/JSR.0b013e31829cdf2

HARRIS, R. C. et al. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. **Amino Acids**, p. 279-289, 2006. DOI: 10.1007/s00726-006-0299-9.

HILL, C. A. et al. Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. **Amino Acids**, p. 225 - 233, 2007. DOI: 10.1007/s00726-006-0364-4.

JONES, A. M. Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: a critical review. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Abr 2014. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0036>

JUNIOR, A. H. L. et al. Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering Capacity During High-Intensity Exercise. **Sports Med**, Nov 2015. DOI: 10.1007/s40279-015-0397-5.

KAHLE, L. E. et al. Acute sodium bicarbonate loading has negligible effects on resting and exercise blood pressure but causes gastrointestinal distress. **Nutrition Research**, Missouri, p. 479-486, Jun 2013.

MARTIN, R. A. X. J. et al. The effects of enteric-coated sodium bicarbonate supplementation on 2 km rowing performance in female CrossFit® athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 123, p. 1191-1198, 27 Jan 2023. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05140-4>

MATÉ-MUÑOZ, J. L. et al. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PLoS One**, jul. 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0181855

MAUGHAN, R., GLEESON, M., GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. 1ª ed. São Paulo Ed Manole, 2000.

MAUGHAN, R. J. et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, p. 104-125, 2018. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0020>

MAUGHAN, R. J.; SHIRREFFS, S. M. Making Decisions About Supplement Use. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, p. 212-219, 2018. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0009>

MCCULLY, K. K. et al. Muscle fatigue: the role of metabolism. **Canadian Journal of Applied Physiology**, p. 10 - 82, fev. 2002. DOI: 10.1139/h02-005.

MCNAUGHTON, L. R. Bicarbonate ingestion: effects of dosage on 60 s cycle ergometry. **Journal of Sports Science**, 1992. DOI: 10.1080/02640419208729940

MENARGUES-RAMÍREZ, R. et al. Evaluation of Body Composition in CrossFit® Athletes and the Relation with Their Results in Official Training. **Int. J. Environ. Res. and Public Health**, 2022. <https://doi.org/10.3390/ijerph191711003>

MIELGO-AYUSO, J. et al. Effects of Creatine Supplementation on Athletic Performance in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, Abr 2019. DOI: [10.3390/nu11040757](https://doi.org/10.3390/nu11040757)

PRICE, M. J.; SINGH, M. Time course of blood bicarbonate and pH three hours after sodium bicarbonate ingestion. **Int J Sports Physiol Perform**, p. 240-242, 2008.

PRICE, M.J.; SIMONS, C. The effect of sodium bicarbonate ingestion on high-intensity intermittent running and subsequent performance. **J Strength Cond Res**, 2010.

QUESNELE, J. J. et al. The effects of beta-alanine supplementation on performance: a systematic review of the literature. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, p. 14 - 27, Fev 2014. DOI: 10.1123/ijsnem.2013-0007

ROCHA, P. N. **Uso de bicarbonato de sódio na acidose metabólica do paciente gravemente enfermo**. Bras Nefrol, 2009;31(4):297-306.

SAUNDERS, B. et al. Sodium bicarbonate and high-intensity-cycling capacity: variability in responses. **Int J Sports Physiol Perform.**, Jul. de 2014. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2013-0295> . PMID: 24155093

SCHLEGEL P. CrossFit® Training Strategies from the Perspective of Concurrent Training: A Systematic Review. **J Sports Sci Med**, p. 670-680, 19 Nov 2020. PMID: 33239940

SIEGLER J. C.; MARSHALL, P. W.; BRAY, J.; TOWLSON, C. Sodium bicarbonate supplementation and ingestion timing: does it matter? **J Strength Cond Res**. 2012. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182392960.

SIEGLER, J. C. et al. **Mechanistic Insights into the Efficacy of Sodium Bicarbonate Supplementation to Improve Athletic Performance**. Sports Medicine, 2016.

SILVA, A. E. L.; DE-OLIVEIRA, F. R.; GEVAERD, M. S. Mecanismos da fadiga durante o exercício físico. **Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum.**, 2006;8(1):105-113

SILVA, B. A. R. S. et al. Efeitos da fadiga muscular induzida por exercícios no tempo de reação muscular dos fibulares em indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 2, p. 85–89, mar. 2006.

SMITH, M. M. et al. Crossfit-Based High-Intensity Power Training Improves Maximal Aerobic Fitness and Body Composition. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Nov. 2013.

TABATA, I. et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\dot{V}O_2\text{max}$. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, out. 1996.

The Most Surprising Crossfit Statistics And Trends in 2023. **Gitnux**, 05 Set. 2023. Health & Fitness Statistics. Disponível em: <https://blog.gitnux.com/crossfit-statistics/#:~:text=There%20are%20over%2015%2C000%20affiliated%20CrossFit%20gyms%20worldwide.&text=It%20shows%20that%20the%20CrossFit,joining%20the%20movement%20every%20day>. Acesso em: 09 Set. 2023.

TOLEDO, L. P.; VIEIRA, J. G.; DIAS, M. R. **Acute effect of sodium bicarbonate supplementation on the performance during CrossFit® training.** Rio Claro, v. 26, 2020.

TREXLER, E. T. et al. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. **J Int Soc Sports Nutr**, Jul 2015.

WEISENTHAL, B. M. et al. Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, 25 de Abr de 2014.

WOLEDGE, R. C. **Possible effects of fatigue on muscle efficiency.** Acta Physiol Scand, 162:267-73, 1998.

WONG, T. H.; SIM, A.; BURNS, S. F. The Effect of Beetroot Ingestion on High-Intensity Interval Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, Out 2021. DOI: 10.3390/nu13113674

ZIYAIYAN, A.; SHABKHIZ, F.; HOFMEISTER, M. Supplementation of caffeine and sodium bicarbonate together could not improve performance and performance-related factors in CrossFit participants: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, vol. 20, nº 1, 2023. <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2206390>

ŁONIEWSKI, I.; WESSON, D. E. Bicarbonate therapy for prevention of chronic kidney disease progression. **Kidney International**, vol. 85, p. 529 - 535, mar. 2014.