




Efeitos da suplementação de bicarbonato de sódio sobre a performance física de corredores de rua

Effects of sodium bicarbonate supplementation on physical performance of runners

Ryan Oliveira de Menezes¹ , Isis Emanuelle Lima de Santana¹ , Raquel de Jesus Silva¹ , João Henrique Gomes¹ , Renata Rebello Mendes¹ 

1. Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE, Brasil

RESUMO

Introdução: A suplementação com bicarbonato de sódio (NaHCO_3) tem demonstrado reduzir acidose metabólica e otimizar a *performance* em exercícios predominantemente anaeróbios; porém, seus efeitos sobre exercícios majoritariamente aeróbios são inconclusivos. **Objetivo:** Avaliar efeitos da suplementação de NaHCO_3 sobre *performance* e acidose metabólica de corredores de rua. **Métodos:** 14 corredores foram randomicamente distribuídos em grupo placebo (PLA = 7; 2 doses de 5 g/dia por 27 dias, e uma dose de 0,3 g/kg no 28o dia, 60 minutos antes do teste de *performance*) ou NaHCO_3 (BIC = 7; placebo durante 22 dias, e cinco dias de NaHCO_3 : 2 doses de 5 g/dia; no 28o dia, 0,3 g/kg, 60 minutos antes do teste. O teste de *performance* antes (PRE) e após (POS) a suplementação consistiu em 25 minutos de corrida a 85% da frequência cardíaca máxima, seguidos de teste de exaustão, a 110% da velocidade máxima atingida em teste incremental. Acidose metabólica foi avaliada por ânion gap urinário. **Resultados:** O tempo até exaustão foi $93,6 \pm 21,2$ e $82,6 \pm 18,2$ no PRE, e $130,3 \pm 35,2$ e $92,8 \pm 17,0$ seg no POS (BIC e PLA, respectivamente). Em repouso, o *anion gap* urinário foi positivo nos dois grupos, no PRE e POS; após exercício, as médias obtidas no PRE foram $-26,2 \pm 8,2$ e $-26,1 \pm 3,7$, e no POS, $-14,9 \pm 14,6$ e $-27,7 \pm 4,0$ mEq/L (BIC e PLA, respectivamente). Houve correlação negativa forte entre *performance* e acidose metabólica ($r = 0,78$; $p = 0,01$). **Conclusão:** O estudo mostrou que a suplementação de bicarbonato de sódio promoveu melhora na *performance* e alteração de *anion gap* urinário de corredores de rua submetidos à teste de exaustão.

Palavras-chave: corrida; bicarbonato de sódio; acidose metabólica; suplementação alimentar.

ABSTRACT

Introduction: Sodium bicarbonate (NaHCO_3) supplementation has been shown to reduce metabolic acidosis, and to optimize performance in predominantly anaerobic exercises. However, its effects on aerobic exercise remain inconclusive. **Objective:** This study aimed to evaluate the effects of NaHCO_3 supplementation on performance and metabolic acidosis of street runners. **Methods:** 14 runners were randomly assigned to receive either placebo (PLA = 7; maltodextrin, 2×5 gday⁻¹ for 27 days, and a dose of 0.3 g/kg administered on the 28th day, 60 minutes before the performance test) or NaHCO_3 (BIC = 7; maltodextrin, for 22 days; 2×5 gday⁻¹ of NaHCO_3 for five days, and a maximum dose (0.3 g/kg) administered on the 28th day before the performance test. The exercise performance was assessed before (PRE) and after (POST) supplementation, through a test consisting of 25 minutes running at 85% of maximal heart rate, followed by running to exhaustion, at 110% of the speed obtained in incremental test. Metabolic acidosis was assessed by urinary anion gap at before and after the intervention. **Results:** The mean time to exhaustion was 93.6 ± 21.2 and 82.6 ± 18.2 in PRE, and 130.3 ± 35.2 and 92.8 ± 17.0 seconds in POST (BIC and PLA, respectively). At rest, urinary anion gap was positive in both groups, in PRE and POST. After exercise, the means in the PRE were -26.2 ± 8.2 and -26.1 ± 3.7 , and POST -14.9 ± 14.6 and -27.7 ± 4.0 mEq/L (BIC and PLA respectively). There was a negative correlation (-0.78) between metabolic acidosis and time to exhaustion. **Conclusion:** The study showed that sodium bicarbonate supplementation promoted performance improvement and urinary anion gap alteration in tracking runners submitted to the exhaustion test.

Keywords: running; sodium bicarbonate; acidosis; dietary supplements.

Recebido em: 2 de maio de 2022; aceito em: 22 de junho de 2022.

Correspondência: Renata Rebello Mendes, Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Nutrição (DNUT), Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze 49100-000 São Cristóvão SE. remendes@academico.ufs.br

Introdução

O número de corredores de rua tem aumentado significativamente nos últimos anos, o que resultou em ampliação do número de provas de corrida no mundo, especialmente as de menores durações, tais como as de cinco a dez quilômetros (5 km a 10 km). Nos Estados Unidos, as provas de 5 km assumiram o 1º lugar no ranking nos anos de 2018 e 2019, atingindo o quantitativo de 29 mil provas [1]. No Brasil, observa-se a mesma tendência [2,3]

As corridas de até 10 km utilizam em torno de 80% o metabolismo aeróbio para o fornecimento de energia, restando 15% e 5% para o metabolismo anaeróbio láctico e alático, respectivamente [4]. Embora o principal motivo para a busca por corridas de 5 km seja a melhora da qualidade de vida [3], inevitavelmente, os praticantes passaram a se preocupar com seu desempenho nas provas, buscando evitar a fadiga, ou seja, queda de desempenho motor induzido pelo exercício, bem como sensação de cansaço e fraqueza [5].

Dentre os fatores metabólicos capazes de causar queda de rendimento, destaca-se a acidose metabólica, capaz de inibir a atividade da via glicolítica e prejudicar diversas etapas do processo contrátil [6]. O aumento da acidose durante o exercício está relacionado ao processo de degradação da molécula de adenosina trifosfato (ATP), assim como apresenta-se relacionado à utilização da via glicolítica láctica [7]. Sendo assim, tem sido estudada a ingestão de suplementos nutricionais com o propósito de induzir a alcalose, como forma de aumentar a capacidade de tamponamento químico, ou seja, uma forma de proteção para o organismo contra a acidose metabólica, e conseqüentemente, contra o aparecimento da fadiga durante o exercício [8].

O bicarbonato de sódio tem se tornado um dos suplementos mais utilizados para este propósito, tendo potencial capacidade de prolongar o alto desempenho e manter a ótima *performance* em diversas práticas esportivas, incluindo a corrida de alta intensidade, e principalmente práticas de alta demanda do metabolismo anaeróbio [9-11].

Portanto, diante do crescente número de corredores de rua no Brasil, e da escassez de estudos que avaliem os efeitos da suplementação de agentes tamponantes sobre o desempenho esportivo em provas dessa natureza, evidencia-se a relevância do presente estudo, cujo objetivo consiste em avaliar os efeitos da suplementação de bicarbonato de sódio sobre a *performance* física e a acidose metabólica de corredores de rua.

Métodos

Desenho experimental

O presente estudo foi realizado em um total de cinco visitas. Na visita 1 foram realizados os esclarecimentos quanto aos objetivos e métodos do estudo, para que os participantes pudessem assinar os Termos de Consentimento Livre e esclarecido

(TCLE). Na segunda visita, foram realizadas a avaliação antropométrica, a orientação para registros alimentares, e a familiarização com o teste de corrida. Na terceira visita, três dias após a segunda visita, foi realizado o teste de Conconi. Dois dias após, foi realizada a quarta visita, data em que foram realizados o teste de exaustão, as coletas de urina e a entrega do registro alimentar referente à véspera do teste. Durante 27 dias os participantes foram monitorados por aplicativo de serviço de mensagens, diariamente, a fim de serem coletadas informações sobre cumprimento das sessões de treinamento, consumo da suplementação, e possível surgimento de efeitos colaterais. Nesse mesmo período, as sessões de treinamento foram monitoradas por meio de aplicativos ou relógio esportivo com global position system (GPS). Na quinta visita, novamente foram realizados o teste de exaustão, as coletas de urina e a entrega do registro alimentar referente à véspera do teste (Figura 1).



Figura 1 - Desenho experimental do estudo

Amostra

Foram avaliados 14 corredores recreacionais de rua do sexo masculino, matriculados em uma assessoria esportiva de Aracaju/SE, com idade média de $35,3 \pm 6,8$ anos, peso corporal de $75,7 \pm 11,3$ kg; estatura de $1,75 \pm 0,1$ m; Índice de Massa Corporal de $24,7 \pm 1,8$ kg/m² e percentual de massa gorda de $15,5 \pm 5,0\%$. A amostragem foi realizada por conveniência. Para participarem do estudo, os corredores deveriam apresentar: a) volume de treinamento semanal entre 25 e 40 km, com ritmo médio por quilômetro (pace) entre 4,5 e 6,0 min/km nas provas de 5k; b) ter experiência de no mínimo um ano em provas de 5 km; c) ter resultado positivo no Questionário de Prontidão para Atividade Física [12] a fim de detectar possíveis contraindicações para a prática de atividade física; d) assinarem o Termo de Responsabilidade Sobre o Estado de Saúde; e) não estarem consumindo suplementos alimentares ergogênicos nos últimos 60 dias.

Como critérios de exclusão, foram considerados: a) ausência em 10% das sessões de treinamento; b) ausência nos testes de corrida, c) o consumo de outros suplementos a base de compostos nitrogenados; d) e o uso de outros recursos considerados ergogênicos.

Protocolo de suplementação

Os 14 participantes foram divididos em dois grupos:

- a) grupo placebo (PLA): em virtude da periodização de treinamento previamente determinada para esse grupo de corredores, o intervalo entre as avaliações foi definido em 28 dias; desta forma os corredores desse grupo receberam duas doses de 5 g/dia de maltodextrina sem sabor durante 27 dias, e 28º dia consumiram dose única de 0,3 g/kg P 60 minutos antes do teste de *performance*;
- b) grupo bicarbonato de sódio (BIC): esse grupo recebeu placebo nos primeiros 22 dias, exatamente igual ao grupo PLA; nos cinco dias seguintes (23º a 27º dias) o grupo BIC recebeu duas doses de 5 g/dia de bicarbonato de sódio; e no 28º dia, dose única de 0,3 g/kg foi administrada 60 minutos antes do teste de *performance*, conforme consenso do Comitê Olímpico Internacional acerca de suplementação para atletas de alto rendimento [10].

Tabela I - Caracterização da amostra após a divisão em grupos, no momento inicial do estudo - PRE suplementação (média e desvio padrão)

Variáveis	BIC (n = 7)	PLA (N = 7)	Valor p
Idade (anos)	33,1 ± 7,9	37,0 ± 9,3	0,364
Peso corporal	77,0 ± 8,4	76,9 ± 9,0	0,663
Estatura (cm)	1,76 ± 0,1	1,73 ± 4,0	0,551
IMC (kg/m ²)	24,8 ± 2,8	24,6 ± 2,1	0,837
Massa gorda (%)	16,0 ± 6,1	14,9 ± 6,2	0,732
Massa magra (%)	84,0 ± 6,1	85,1 ± 6,1	0,732

BIC = Bicarbonato; PLA = Placebo; Valor p = teste t de student não-pareado

Os suplementos foram acondicionados em embalagens idênticas (sachês), e entregues semanalmente aos participantes. Ao receberem os sachês, os participantes recebiam orientações verbais e impressas sobre os procedimentos de ingestão. Os suplementos foram identificados por meio de códigos desconhecidos tanto pelos pesquisadores, quanto pelos sujeitos da pesquisa, caracterizando, assim, um estudo duplo-cego.

Performance esportiva

Para avaliação do desempenho esportivo, foi adotado o teste de exaustão em esteira ergométrica. Como pré-requisito para a realização desse teste, houve a necessidade de se conhecer algumas variáveis individuais dos corredores, tais como frequência cardíaca máxima (FC_{máx}), e a velocidade de corrida atingida no momento em que a frequência cardíaca máxima foi alcançada. Adicionalmente, para a prescrição

de treinamento dos corredores ao longo dos 28 dias de suplementação, foi necessário estimar o limiar anaeróbio de cada um deles. Sendo assim, para identificação dessas três variáveis, foi adotado um teste adaptado de Conconi [13]. Vale ressaltar que o limiar anaeróbio foi estimado por meio do ponto de deflexão da frequência cardíaca.

a) *Teste de Conconi adaptado para esteira*: O protocolo incremental de corrida foi aplicado em esteira (R-3500E, Riguetto, Brasil) com 1,0% de inclinação. A velocidade de partida foi 5,0 km/h, com incrementos na velocidade de 1 km/h a cada 60s. Os sujeitos caminharam nas primeiras três fases (até 7 km/h), e continuaram, porém, correndo, a partir dos 8 km/h até a exaustão máxima voluntária. Foi definida como a velocidade máxima do sujeito a metade ou o último estágio completo que o sujeito pôde sustentar (em 30 ou 60s). Durante a recuperação, os sujeitos caminharam a 5 km/h por três minutos [14]. Monitores de frequência cardíaca (Polar Electro, Kempele, Finlândia) foram utilizados para registrar a frequência cardíaca (FC) continuamente durante todo o teste.

b) *Teste de exaustão*: Após o intervalo de 48h do teste de Conconi, foi aplicado o protocolo do teste de exaustão na esteira com 1,0% de inclinação. O objetivo do teste foi simular provas de cinco km, inclusive com seu sprint final característico. Desta forma, o teste de exaustão foi composto por duas etapas:

Primeira etapa: duração de 30 minutos, dividida em aquecimento, em que a velocidade de partida foi de 5,0 km/h, com incrementos entre 1 e 2 km/h a cada 60s a fim de atingir, nos primeiros cinco minutos, a velocidade correspondente a 85% da FC_{máx} obtida no teste de Conconi; e corrida contínua de 25 minutos, mantendo a intensidade de 85% da FC_{máx} do corredor. Adicionalmente a FC, a intensidade do esforço foi monitorada por meio da escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), a cada 5 min [15].

Segunda etapa: momento “All out” (teste de exaustão) em que o sujeito corria a 110% da velocidade máxima correspondente à FC_{máx} obtida no teste de Conconi. Não houve intervalo entre uma etapa e outra, sendo elevada a velocidade gradativamente, e os cronômetros acionados assim que a velocidade alvo fosse atingida. A frequência cardíaca foi avaliada antes dos testes, ao final do aquecimento, e após isto, minuto a minuto até a exaustão, utilizando monitor de frequência cardíaca.

Ambos os testes de *performance* foram realizados em academia esportiva e todos os corredores tinham experiência anterior de corrida em esteira e testes de corrida. O horário de realização de cada teste foi padronizado por corredor, mantendo-se os mesmos nos períodos pré e pós-suplementação.

Acidose metabólica: Como indicador de acidose metabólica, foi adotado o Ânion gap urinário, que consiste na diferença entre os cátions e os ânions presentes na urina humana. Os valores são determinados a partir das concentrações urinárias de cloro, potássio e sódio, por meio da seguinte equação: Ânion gap urinário = (Na⁺ + K⁺) - Cl⁻ [16].

Para tanto, foram coletadas amostras de urina (mínimo de 30 mL) nos testes de *performance*, nos seguintes momentos: a) repouso (pré-teste), b) exaustão (pós-teste), no PRE e no POS suplementação.

As amostras foram armazenadas a 4°C e transportadas em gelo até um Laboratório particular, e as análises foram realizadas pelo método de eletrodo seletivo. Foram considerados indicadores de acidose metabólica valores negativos de Ânion gap urinário [17].

Composição corporal: Para calcular o percentual de gordura foi utilizada a equação das 7 dobras, para homens de 18 a 61 anos, de Jackson e Pollock, definida por: $[1.112 - 0.00043499 \times (\Sigma 7 \text{ dobras}) + 0.00000055 \times (\Sigma 7 \text{ dobras})^2 - 0.00028826 \times (\text{idade})]$.

Avaliação de efeitos colaterais: Os sujeitos foram instruídos para que avisassem a equipe de pesquisadores sobre quaisquer sintomas, devendo descrever a parte do corpo afetada, o momento em que surgiu o efeito e quanto tempo foi necessário para o seu aparecimento e desaparecimento.

Padronizações: ingestão alimentar e treinamento

Ingestão alimentar: Foram entregues aos indivíduos fichas para registros alimentares de 24 horas, a serem preenchidos na véspera do dia dos testes PRE e POS suplementação, as quais deveriam ser devolvidas preenchidas conforme as instruções oferecidas inicialmente. Os participantes foram orientados a manterem o padrão alimentar ao longo de todo o experimento, em especial, na véspera e nos dias dos testes. Para tanto, os sujeitos receberam cópias dos registros alimentares preenchidos no período pré-suplementação, para que tentassem seguir o padrão alimentar inicial. Para a análise dos dados dos registros alimentares foi utilizado o software Avanutri versão 3.0.

Treinamento: Ao longo dos 28 dias de intervalo entre o primeiro e o segundo testes de exaustão, os participantes obedeceram a prescrições de treinamento planejadas pelo educador físico responsável.

O treinamento foi realizado com frequência de quatro vezes por semana (em dias alternados), com equalização da distância total a ser percorrida. Os sujeitos treinaram em parques e pistas de corrida de terreno plano. As distâncias totais percorridas para cada semana foram: semana 1 = 30 km, semana 2 = 33 km, semana 3 = 36 km e semana 4 = 30 km. A intensidade das corridas foi prescrita individualmente, de acordo com o limiar anaeróbico obtido por meio do teste de Conconi. Foram prescritas duas sessões de treino utilizando-se do método contínuo e duas sessões do método intervalado. Com intuito de monitorar precisamente o treinamento, os sujeitos reportaram, ao final de cada sessão, relatório da corrida obtido por meio de aplicativos ou relógio esportivo com global position system (GPS).

Durante a investigação, foi solicitado aos corredores que não realizassem nenhum exercício físico “extra” (não previsto na planilha de prescrição), a fim de evitar possíveis interferências no resultado final da *performance*.

Tratamento estatístico

Os testes de Shapiro-Wilk e Levene verificaram a normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente. Teste T de student não-pareado foi utilizado para

verificar diferença entre os grupos para idade e estatura. ANOVA 2x2 (interação de grupos [BIC x PLA] × tempo [momentos]) seguida por testes post hoc de Tukey determinaram as diferenças entre os grupos. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do *software SPSS - versão 21.0*. A significância adotada foi de $p \leq 0,05$. Foi utilizada a correlação linear de Pearson na associação entre *performance* e ânion gap urinário. A magnitude da correlação seguiu a classificação: $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco), $r = 0,40$ até $0,60$ (moderado) e $r = 0,70$ até $1,00$ (forte), segundo Dancey e Reidy [18].

Aspectos éticos

O estudo foi iniciado após a aprovação do Comitê de Ética de Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (CAE 54233616.1.0000.5546, parecer de aprovação número 1.486.265).

Resultados

A Tabela II demonstra que, quanto à *performance* no teste de exaustão, não houve diferença entre os grupos BIC e PLA no momento pré-suplementação; porém, após essa intervenção, o desempenho do grupo BIC foi significativamente superior ao grupo PLA, bem como superior ao próprio grupo BIC no momento pré-suplementação.

Ainda na tabela II, nota-se que ambos os grupos entraram em acidose metabólica (Ânion gap negativo) após o esforço, tanto no momento pré, quanto no pós-suplementação, havendo diferenças ($p < 0,05$) entre os momentos de repouso e pós-esforço. Porém, há diferença significativa entre os grupos BIC e PLA no momento pós-suplementação, após o esforço.

Vale ressaltar que a FC_{máx} do grupo PLA se mostrou significativamente inferior ao grupo BIC no momento pré-suplementação, porém, tal diferença não se manifestou após a intervenção (Tabela II).

A figura 2 mostra que quanto menor a acidose metabólica (ânion gap negativo), maior o tempo até a exaustão (*performance*) dos corredores de rua, explicitando, portanto, a correlação forte e negativa entre tais variáveis ($r = -0,78$; $p = 0,01$).

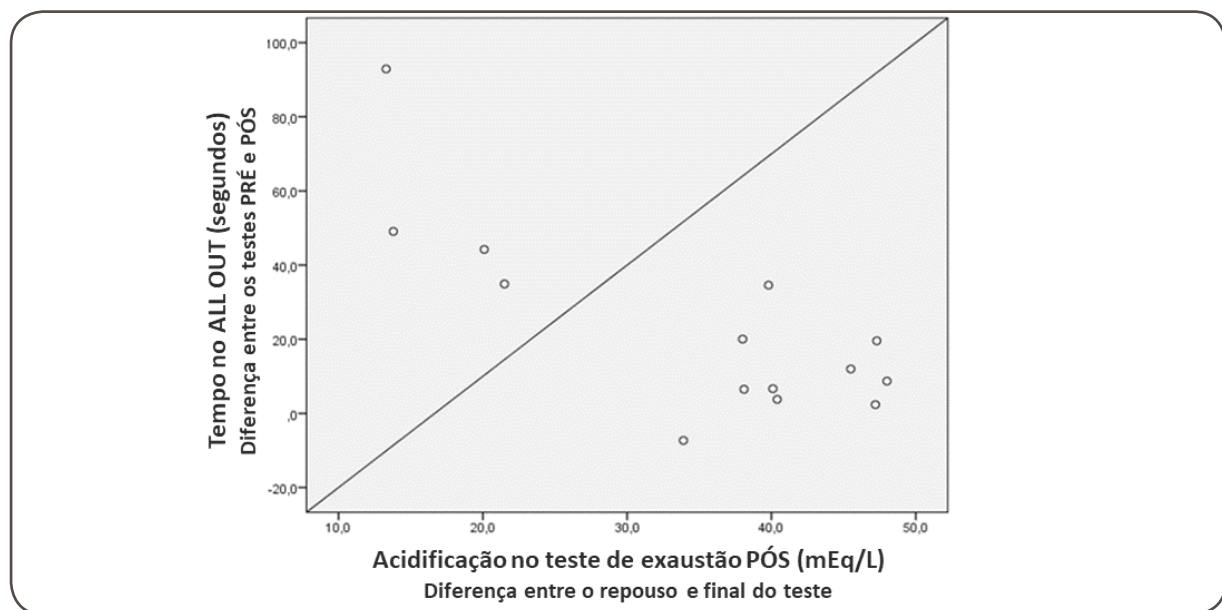
Composição corporal

Não houve diferença estatística de peso corporal entre grupos e momentos ($p = 0,867$). Ambos os grupos apresentaram redução significativa de percentual de massa gorda (BIC redução de $16,0 \pm 6,1$ para $14,2 \pm 5,9$; $p = 0,034$ e PLA redução de $14,9 \pm 6,2$ para $12,5 \pm 4,7$; $p = 0,004$), porém, sem diferença entre os grupos ($p = 0,266$). Assim como os dois grupos tiveram aumento significativo de percentual de massa magra (BIC alteração de $84,0 \pm 6,1$ para $85,8 \pm 5,9$; $p = 0,033$ e PLA alteração de $85,1 \pm 6,0$ para $87,5 \pm 4,6$; $p = 0,004$), porém, sem diferença entre os grupos ($p = 0,671$).

Tabela II - Variáveis fisiológicas e de desempenho físico dos corredores nas avaliações PRE e POS (média e desvio padrão)

Variáveis	PRE M ± DP	POS M ± DP	Valor p PRE-POS	Valor p Grupo*tempo
FCmáx (Bpm)				
BIC (n = 7)	203,4 ± 7,9	202,7 ± 8,8	0,473	0,027
PLA (N = 7)	188,6 ± 14,1a	190,3 ± 11,1	0,488	
Tempo do All out (s)				
BIC (n = 7)	93,6 ± 21,2	130,3 ± 35,2*	0,001	0,003
PLA (N = 7)	82,6 ± 18,2	92,8 ± 17,0b	0,274	
Ânion gap - repouso (mEq/L)				
BIC (n = 7)	13,0 ± 2,4	13,0 ± 2,2	0,990	0,828
PLA (N = 7)	13,8 ± 2,5	14,0 ± 2,4	0,820	
Ânion gap - pós-esforço (mEq/L)				
BIC (n = 7)	-26,2 ± 8,2 [#]	-14,9 ± 14,6 ^{*#}	0,001	0,001
PLA (N = 7)	-26,1 ± 3,7 [#]	-27,7 ± 4,0 [#]	0,535	

BIC = Bicarbonato; PLA = Placebo; FCmax = Frequência Cardíaca Máxima; Bpm = batimentos por minuto; Valor p = ANOVA 2x2; post hoc de Tukey; PRE = pré-suplementação; POS = após a suplementação. *Diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as avaliações PRE e POS (Intragrupo); [#]Diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o repouso e pós-esforço; ^aDiferença significativa ($p \leq 0,05$) entre BIC e PLA na avaliação PRE; ^bDiferença significativa ($p \leq 0,05$) entre BIC e PLA na avaliação POS



Correlação linear de Pearson; PRE = pré-suplementação; POS = após a suplementação.

Figura 2 - Correlação entre alterações de desempenho em teste de exaustão e acidificação (ânion gap negativo) da urina após-esforço, na avaliação realizada após a suplementação com bicarbonato de sódio ou placebo (n = 14)

Ingestão calórica

Não houve diferença significativa de consumo energético entre grupos e momentos (BIC pré: 2689,46 ± 511,82 kcal e BIC pós: 2350,33 ± 352,98 kcal; PLA pré 3308,33 ± 1255,48 kcal e PLA pós: 2572,51 ± 1057,69 kcal).

Efeitos colaterais relacionados ao bicarbonato de sódio

Foi detectada presença de desconfortos gastrointestinais, tais como dor gástrica leve e flatulência em 50% dos participantes. Tais efeitos foram observados apenas no dia em que a dose máxima de bicarbonato de sódio foi oferecida, sendo desencadeados minutos após o término do teste de exaustão.

Discussão

Os achados do presente estudo demonstraram que apenas o grupo bicarbonato de sódio apresentou melhora significativa na *performance* em teste de exaustão, assim como esse grupo foi capaz de amenizar a acidose metabólica observada após o esforço físico.

Acredita-se que o efeito positivo da suplementação de bicarbonato de sódio sobre a *performance*, observado no presente estudo, seja consequência do melhor controle da acidose metabólica, sugerida pelo ânion gap urinário. Segundo Kellum [17], em indivíduos não enfermos, o ânion gap urinário tem seu valor positivo ou próximo a zero; porém, na acidose metabólica, ocorre elevação significativa da excreção de amônia (NH_4^+) e de cloreto (Cl^-), no intuito de manter a eletro neutralidade, resultando em valores de Ânion gap urinário negativos.

Sendo assim, nota-se que antes de consumirem a suplementação (momento PRE) ambos os grupos apresentaram médias de ânion gap consideradas normais, ou seja, positivas ou próximas a zero, enquanto estavam em repouso, e médias negativas após o exercício, indicando que o teste de exaustão provocou acidose metabólica. Após a suplementação, o bicarbonato de sódio não impediu, mas amenizou significativamente a acidose metabólica, podendo ter causado a diferença na *performance* no teste de exaustão.

A hipótese de que a melhora de *performance* observada neste estudo, após a suplementação com bicarbonato de sódio, seja decorrente de um melhor controle da acidose metabólica e pode ser reforçada pela correlação forte e negativa entre o tempo até exaustão e ânion gap urinário no momento pós-suplementação, em concordância com Lancha Junior *et al.* [19], que enfatizam a função tamponante desse suplemento.

Durante o exercício de alta intensidade, especialmente no sprint final das provas de corrida, o trabalho muscular costuma ocorrer acima do limiar anaeróbio, associado a uma grande produção de ácido lático e, conseqüentemente, liberação de H^+ e de dióxido de carbono, que são acumulados no músculo e no sangue. Nessa situação, o bicarbonato de sódio irá escoar os íons H^+ do músculo para o sangue, diminuindo a acidose muscular e proporcionando uma melhora do desempenho do atleta [11].

Vale ressaltar que o teste de exaustão adotado no presente estudo é caracterizado como de alta intensidade, simulando um sprint final de corrida, e que, portanto, é capaz de gerar a liberação significativamente elevada de H^+ , podendo ser beneficiado por uma maior capacidade de tamponamento, conforme sugerido por Grgic *et al.* [20] Vale ressaltar que a utilização da esteira como um meio para avaliação da

performance pode ser considerada um fator limitante, pois trata-se de um grupo de corredores de rua. No entanto, para amenizar tal limitação, foi realizada familiarização dos indivíduos com os testes na esteira, bem como adaptação da inclinação que simula a corrida de rua.

Com intuito de monitorar as possíveis interveniências entre os dois momentos da avaliação da *performance* no teste de exaustão, a PSE foi utilizada. Não houve alterações intrapessoais da PSE entre os momentos pré e pós-suplementação, indicando que os corredores iniciaram o all out no teste pós-suplementação nas mesmas condições de desgaste físico que iniciaram no teste pré-suplementação, reproduzindo demanda semelhante, permitindo a avaliação somente do efeito da suplementação.

Os achados da presente investigação estão em concordância com resultados anteriormente publicados [21-25]. Foi relatada por Crivelaro [24], melhora da PSE em 53,3% e redução do índice de fadiga (IF) em 64,3% dos 30 jogadores de futebol que receberam suplementação aguda de 0,3 g/kg de peso corporal de bicarbonato de sódio, entre 90 e 120 minutos antes dos testes, e que foram submetidos à sprints para a simulação de eventos decorrentes de uma partida.

Outro relato mostra que o uso de 0,3 g/kg de peso corporal de bicarbonato de sódio em exercícios de alta intensidade e de duração prolongada, com potencial de induzir acidose muscular, mostra-se benéfico [21].

Em estudo conduzido por Cameron *et al.* [23], a suplementação de 0,3 g/kg de peso corporal, 65 minutos antes do exercício, atenuou a queda no pH do sangue em comparação ao grupo placebo durante o exercício de alta intensidade em jogadores de rugby bem treinados.

Também foi demonstrada melhora de desempenho de atletas do atletismo, nas provas de 400 e 800 m, e da natação, nas provas de 100 e 200 m [22,25], os quais apresentam características semelhantes aos sprints realizados nos finais de provas de corrida de rua.

Quanto à composição corporal, pode-se observar que ambos os grupos apresentaram alterações de composição corporal entre os momentos pré e pós-suplementação, não havendo diferenças entre eles. Acredita-se que as alterações sejam decorrentes da rotina de treinamento, visto que a ingestão calórica se manteve nos dois momentos do estudo. Embora a avaliação de alterações da composição corporal não tenha sido um objetivo do presente estudo, uma possível redução de peso em apenas um dos grupos poderia causar impacto na *performance* dos atletas em corrida [26].

Em relação aos efeitos colaterais, têm sido registrados na literatura alguns distúrbios no sistema gastrointestinal quando são utilizadas doses a partir de 0,4 g/kg de peso corporal [9]. Embora tenham sido utilizadas doses inferiores à descrita, 50% dos corredores de rua apresentaram efeitos colaterais leves ao consumirem a dose máxima sugerida no presente estudo (0,3 g/kg peso corporal), porém, como tais efeitos surgiram cerca de duas horas após a ingestão e o teste de exaustão foi finalizado antes desse período, não houve prejuízos à *performance*.

Conclusão

O estudo mostrou que a suplementação de bicarbonato de sódio promoveu melhora na *performance* e alteração de *anion gap* urinário de corredores de rua submetidos à teste de exaustão.

Agradecimentos

Agradecemos aos corredores que participaram do estudo, bem como ao Clube de Corrida Zona Alvo, por colaborar com a organização do cronograma de testes de *performance*.

Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Menezes RO, Mendes RR; **Obtenção de dados:** Menezes RO, Santana IE; **Análise e interpretação dos dados:** Menezes RO, Gomes HH, Mendes RR; **Análise estatística:** Gomes JH; **Obtenção de financiamento:** Menezes RO, Mendes RR; **Redação do manuscrito:** Menezes RO, Silva RJ, Mendes RR; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Mendes RR.

Referências

1. Nicholas Rizzo. Running Statistics 2021/2022. [Internet]. [cited 2022 May 15]. Available from: <https://runrepeat.com/running-statistics>. 2021.
2. Fonseca FS, Cavalcante JAM, Almeida LSC, Fialho JVAP. Analysis of sociodemographic profile, adherence reasons and characteristics of training of street running practitioners. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* [Internet] 2019 [cited 2022 Aug 26];27(4):189-98. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1052950>
3. Oliveira ET, Oliveira ACC. Características e fatores associados dos corredores de rua de Aracaju [Dissertação] [Internet]. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe; 2015. Available from: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/4946>
4. Fleck SJ, Kraemer WJ, Deschenes MR. *Fisiologia do Exercício: Teoria e Prática*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2013.
5. Enoka RM, Duchateau J. Translating fatigue to human *performance*. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48(11):2228-38. doi: 10.1249/MSS.0000000000000929
6. McNaughton LR, Gough L, Deb S, Bentley D, Sparks SA. Recent developments in the use of sodium bicarbonate as an ergogenic Aid. *Curr Sports Med Rep* 2016;15(4):233-44. doi: 10.1249/JSR.0000000000000283
7. Cairns SP. Lactic acid and exercise *performance*: culprit or friend? *Sports Med* 2006;36(4):279-91. doi: 10.2165/00007256-200636040-00001
8. Peart DJ, Siegler JC, Vince RV. Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic *performance*. *J Strength Cond Res* 2012;26(7):1975-83. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182576f3d
9. Grgic J, Pedisic Z, Saunders B, Artioli GG, Schoenfeld BJ, McKenna MJ, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise *performance*. *J Int Soc Sports Nutr* 2021;18(1):61. doi: 10.1186/s12970-021-00458-w
10. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-*performance* athlete. *Br J Sports Med* 2018;52(7):439-55. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0020
11. Grgic J, Rodriguez RF, Garofolini A, Saunders B, Bishop DJ, Schoenfeld BJ, et al. Effects of sodium

bicarbonate supplementation on muscular strength and endurance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2020;50(7):1361-75. doi: 10.1007/s40279-020-01275-y

12. Tremblay MS, Shephard RJ, Brawley LR, Cameron C, Craig CL, Duggan M, *et al.* Physical activity guidelines and guides for Canadians: facts and future. *Can J Public Health* [Internet]. 2007 [cited 2022 May 26];98 Suppl 2:S218-24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18213951/>

13. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaero-bic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1982;52(4):869-73. doi: 10.1152/jappl.1982.52.4.869

14. Sentija D, Vucetic V, Markovic G. Validity of the modified Conconi running test. *Int J Sports Med* 2007;28(12):1006-11. doi: 10.1055/s-2007-965071

15. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrov LA, Suzanne P, *et al.* A New Approach to Monitoring Exercise Training. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2001 [cit-ed 2022 May 26];15(1):109-15. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11708692/>

16. Rocco JR. Diagnosis of the acid-base metabolism disturbances. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* [Internet]. 2003 [cited May 26];15(4):184-92. Available from: http://www.rbti.org.br/rbti/download/artigo_2010623145045.pdf

17. Kellum JA. Acid-base disorders and strong ion gap. *Contrib Nephrol* 2007;156:158-66. doi: 10.1159/000102079

18. Dancy C, Reidy J. Estatística em matemática para psicologia: usando SPSS para Windows. Porto Alegre: Artmed; 2006. p.178-218.

19. Lancha Junior AH, Painelli VS, Saunders B, Artioli GG. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. *Sports Med* 2015;45(Suppl1):S71-81. doi: 10.1007/s40279-015-0397-5

20. Grgic J, Garofolini A, Pickering C, Duncan MJ, Tinsley GM, Del Coso J. Isolated effects of caffeine and sodium bicarbonate ingestion on performance in the Yo-Yo test: A 5. systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport* 2020;23(1):41-7. doi: 10.1016/j.jsams.2019.08.016

21. Alves C, Lima RVB. Uso de suplementos alimentares por adolescentes. *J Pediatr* 2009;85(4):287-94. doi: 10.1590/S0021-75572009000400004

22. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, *et al.* ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2010;7(1):7. Available from: <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-7-7>

23. Cameron SL, McLay-Cooke RT, Brown RC, Gray AR, Fairbairn KA. Increased blood pH but not performance with sodium bicarbonate supplementation in elite rugby union players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2010;20(4):307-21. doi: 10.1123/ijsnem.20.4.307

24. Crivelaro PC. influência da suplementação de bicarbonato de sódio no desempenho anaeróbio em atletas de futebol. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva* [Internet] 2012 [cited 2022 May 12];6(33):215-22. Available from: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/318/305>

25. Felipe LC, Araujo GG, Bertuzzi R, Silva AEL. Efeito da ingestão de bicarbonato de sódio no desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade: uma revisão sistemática. *Revista Acta Brasileira do Movimento Humano* 2013;2(3):1-13. [cited 2022 May 26]. Available from: <http://revista.ulbrajp.edu.br/ojs/index.php/actabrasileira/article/viewFile/2083/624>

26. Ueno H, Suga T, Takao K, Terada M, Nagano A, Isaka T. Relationship between body segment mass and running performance in well-trained endurance runners. *J Appl Biomech* 2021;37(6):531-7. doi: 10.1123/jab.2020-0239