

**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE – FANESE**

**GESTÃO NUTRICIONAL E ALIMENTAR: NUTRIÇÃO CLÍNICA E
ESPORTIVA**

LEILA ALMEIDA GOMES

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BICARBONATO DE
SÓDIO EM EXERCÍCIOS DE ALTA INTENSIDADE**

Aracaju – SE

21 de abril de 2018

LEILA ALMEIDA GOMES

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BICARBONATO DE
SÓDIO EM EXERCÍCIOS DE ALTA INTENSIDADE**

**Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao
Núcleo de Pós-Graduação e Extensão – NPGE, da
Faculdade de Administração e Negócios de Sergi-
pe – FANESE, como requisito para a obtenção do
Título de Especialista em Gestão Nutricional e Ali-
mentar: Nutrição Clínica e Esportiva.**

Coordenadora: Lavínia Aragão Trigo Loureiro

Aracaju – SE

21 de abril de 2018

LEILA ALMEIDA GOMES

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BICARBONATO DE SÓDIO EM EXERCÍCIOS DE ALTA INTENSIDADE

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Núcleo de Pós-Graduação e Extensão – NPGE, da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito para a obtenção do Título de Especialista em Gestão Nutricional e Alimentar: Nutrição Clínica e Esportiva.

Marcus Vinícius Santos do Nascimento

Lavínia Aragão Trigo Loureiro

Leila Almeida Gomes

Aprovada com média: _____

Aracaju (SE), _____ de _____ de 2018.

RESUMO

O uso de suplementos alimentares vem atraindo atletas, praticantes de exercícios físicos com o intuito de melhorar o desempenho físico. Uma das finalidades desses suplementos é o retardo da fadiga muscular que pode prejudicar o rendimento. Neste trabalho foi avaliado o uso e os efeitos fisiológicos e metabólicos relacionados à ingestão do bicarbonato de sódio (NaHCO_3) em exercícios de alta intensidade. Nesse estudo realizou-se uma revisão de literatura, a qual foram avaliados oito artigos originais entre os anos de 2010 e 2018, pesquisados nas plataformas digitais do PubMed, Scielo e Google Acadêmico. Os resultados apresentaram melhora do desempenho físico, aumento do pH e das concentrações sanguíneas de bicarbonato e lactato. No que diz respeito aos efeitos negativos da suplementação, os trabalhos constataram incômodos gastrointestinais a depender da quantidade, do modo de consumo e do intervalo de tempo entre a ingestão e a realização do teste. Assim, chegou-se a conclusão de que a suplementação de bicarbonato de sódio melhora o desempenho físico de atletas e indivíduos treinados em exercícios de alta intensidade.

Palavras-chave: Bicarbonato de sódio. Suplementação. Exercício intenso. Fadiga muscular.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos da suplementação do Bicarbonato de sódio em exercícios de alta intensidade.....	13
Tabela 2 - Efeitos adversos da suplementação de bicarbonato de sódio.....	16

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 EXERCÍCIO FÍSICO E VIAS METABÓLICAS ANAERÓBICAS.....	8
2.1 Via Metabólica Anaeróbica Alática: ATP-PCr.....	8
2.2 Via Metabólica Anaeróbica Láctica: Lactato.....	9
3 SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR E EXERCÍCIO.....	11
3.1 Bicarbonato de Sódio.....	11
3.1.1 Efeitos adversos da suplementação de bicarbonato de sódio.....	12
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	13
5 CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21
ABSTRACT.....	25

1 INTRODUÇÃO

A suplementação alimentar vem sendo utilizada para diversos fins, dentre eles para a melhora do desempenho esportivo principalmente em atletas, sendo considerado um recurso ergogênico (GARTHE e MAUGHAN, 2018). No exercício intenso, predominantemente anaeróbico, esses suplementos podem beneficiar o atleta ao ponto de melhorar alguns segundos e garanti-los a primeira colocação.

Dentre os fatores metabólicos capazes de causar queda de rendimento, destacam-se a acidose metabólica, capaz de inibir a atividade da via glicolítica e prejudicar diversas etapas do processo contrátil (FITTS, 1994) e a fadiga muscular, definida por Kronbauer e Castro (2013) como a dificuldade ou incapacidade em realizar determinado trabalho por certo tempo, em decorrência de fatores neuromusculares e metabólicos, relacionados à contração muscular.

Sendo assim, tem sido estudada a ingestão de suplementos nutricionais com o propósito de induzir a alcalose do sangue, 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 (DERISSO *et al.*, 2014).

O bicarbonato de sódio tem se tornado um dos suplementos mais utilizados para este propósito e na maioria dos estudos, têm sido avaliados os efeitos dessa estratégia sobre a melhora no desempenho em modalidades esportivas cujos eventos são predominantemente mantidos por sistemas de energia anaeróbicos (DERISSO *et al.*, 2014), como é o caso das provas de 400 e 800m no atletismo e 100 e 200m na natação (KREIDER *et al.*, 2010; FELIPPE *et al.*, 2013).

Com base nas informações anteriormente citadas, o presente estudo reúne alguns trabalhos presentes na literatura para avaliar os efeitos da suplementação do bicarbonato de sódio em exercício de alta intensidade e curta duração através da investigação da ação fisiológica do exercício, da acidose, das vias metabólicas energéticas e do bicarbonato de sódio no sangue.

Trata-se de um estudo de revisão de literatura no qual foram pesquisados artigos científicos originais e outras revisões de literatura entre os anos de 2010 e 2018 para a análise dos resultados, utilizando as bases de dados do PubMed, Scielo e Google Acadêmico. As palavras chaves utilizadas para as pesquisas foram: *sodium bicarbonate exercise*, *sodium bicarbonate and sports*, *sodium bicarbonate and intermittent exercise* escritas em português e inglês. Um estudo envolveu a utilização de cafeína e bicarbonato de sódio, porém foram analisados os resultados apenas com a ingestão do bicarbonato.

2 EXERCÍCIO FÍSICO E VIAS METABÓLICAS ANAERÓBICAS

Fisiologicamente, exercício é uma ação que resulta de uma contração muscular esquelética. Apesar de muitas pessoas pensarem ao contrário, exercício físico e atividade física são coisas distintas. O exercício físico é algum tipo de atividade física planejada com o objetivo de proporcionar condicionamento físico ou realizar algum tipo de tarefa, já a atividade física é a realização de alguma ação que resulte em contração muscular, com algum gasto energético e que não tenha algum objetivo (MEDINA, 2013; UFF, 2015).

Para qualquer tipo de atividade física, o corpo necessita de energia para a sua realização. Esta energia é originada através do ATP (adenosina trifosfato), responsável por capturar e armazenar energia. O gasto energético tem dependência de vários fatores, os quais podem ser citados o tipo de exercício, sua frequência, duração, intensidade, condições climáticas, condição física do indivíduo, composição corporal e condições nutricionais (BRASIL, 2013).

Durante um exercício os três sistemas de transferência de energia (ATP-PCr, lactato e aeróbico) são predominantemente utilizados em momentos diferentes do exercício, dependendo dos fatores citados no parágrafo anterior. O exercício de alta intensidade e curta duração pode utilizar os sistemas ATP-PCr quando durar até 6 segundos ou lactato chegando aos 2 minutos (MCARDLE, KATCH, F. e KATCH, V., 2011).

2.1 Via Metabólica Anaeróbica Alática: ATP-PCr

À medida que as exigências de energia vão crescendo e as reservas de ATP vão se esgotando, o organismo irá procurar outro meio de obter energia. A fosfocreatina é solicitada para suprir a falta de ATP, porém suas reservas no organismo também são pequenas e a demanda energética não é cessada. Outro macronutriente então é subordinado para essa tarefa, porém o organismo irá determinar qual substrato energético será utilizado: os triglicerídeos, os carboidratos na forma de glicose ou glicogênio muscular, a depender dos fatores anteriormente citados (BRANCO, 2009).

Este processo de energia imediata que é recrutado durante a prática de exercícios intensos e de curta duração é chamado de sistema ATP-PCr. Como consequência da

fosforilação do ADP ocasionada para obtenção de energia durante a prática do exercício, existirá a formação do lactato através do glicogênio muscular que foi armazenado por meio da glicólise anaeróbica (MCARDLE, KATCH, F. e KATCH, V., 2011).

2.2 Via Metabólica Anaeróbica Láctica: Lactato

A glicólise anaeróbica é constituída por dez reações químicas que ao final produz duas moléculas de piruvato. Durante o exercício de alta intensidade a demanda energética é aumentada de tal forma que o oxigênio não é capaz de suprir as necessidades das reações aeróbicas, então a cadeia transportadora de elétrons não consegue processar o hidrogênio do NADH. O remanescente de hidrogênio não oxidado se liga à molécula de piruvato e forma o lactato, com o auxílio da enzima desidrogenase láctica (MCARDLE, KATCH, F. e KATCH, V., 2011).

A produção de ácido láctico no músculo irá resultar no aparecimento da fadiga muscular. A quantidade de ácido láctico produzida durante o exercício vai depender de indivíduo para indivíduo. Quanto mais treinado for anaerobicamente, maior o nível de ácido láctico produzido, e menos preparado for o indivíduo menor o nível de ácido láctico produzido (BRANCO, 2009; MCARDLE, KATCH, F. e KATCH, V., 2011; BRASIL, 2013).

O aumento da acidose durante o exercício é relacionado quando existe a quebra da molécula de ATP e ela é convertida em ADP + Pi. Para a formação de um fosfato inorgânico, esse grupo fosfato irá se juntar ao grupo hidroxila oriunda da molécula de H₂O, ocorrendo um aumento da acidose no meio pela liberação de um íon H⁺. Esse processo de acidose irá prejudicar a tarefa de contração muscular devido ao aumento de íons hidrogênio (SANTOS; BLANCO, 2009; MCARDLE; KATCH, F.; KATCH, V., 2011; BRASIL, 2013).

Com o aumento da intensidade, ocasionado durante a realização do exercício, o nível na produção de lactato irá extrapolar a capacidade que o organismo possui de eliminá-lo e conseqüente irá ocasionar um amontoamento de íons de hidrogênio, provocando a descida do pH sanguíneo produzido (BRANCO, 2009; MCARDLE, KATCH, F. e KATCH, V., 2011; BRASIL, 2013).

O ph sanguíneo está intimamente ligado à saúde. O sistema imunológico pode se comprometer com a variação do ph, facilitando a possível entrada de agentes nocivos ao corpo humano que se adaptam ao meio ácido como vírus, bactérias e fungos. Outros fatores como doenças do coração, câncer, fadiga crônica e doenças causadas pela tireoide estão relacionadas com o ph abaixo da sua normalidade (JÚNIOR, 2013).

3 SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR E EXERCÍCIO

A alimentação balanceada é geralmente necessária para suprir as necessidades principalmente de praticantes de atividade física e de atletas. Mas, alguns atletas sentem a necessidade de usar algum tipo de suplemento para acelerar seu processo de recuperação, como aumentar a sua ingestão calórica (DUNFORD, 2012).

Porém, devido ao aumento da competitividade entre atletas profissionais de vários esportes, e a busca de um melhor desempenho e de uma melhor estética tanto entre profissionais e amadores, os técnicos, os nutricionistas e os médicos têm recorrido ao uso de suplementos alimentares. Neste estudo, a ênfase seria em suplemento que retarda o aparecimento da fadiga muscular (FELIPPE *et al.*, 2013). Uma definição para fadiga muscular é a redução da predisposição de reproduzir quantidades satisfatórias de força muscular ou de potência na realização do exercício quer requer contração muscular (FINSTERER, 2012).

Segundo Branco, (2009), “a suplementação alimentar deve ficar restrita aos casos especiais, nos quais a eventual utilização deve sempre decorrer da prescrição dos profissionais qualificados para tal, que de acordo com a legislação vigente no país, são os nutricionistas e os médicos especialistas”.

3.1 Bicarbonato de Sódio

Um dos suplementos que retardam a fadiga muscular e controla a relação ácido-base através do tamponamento no sangue é o bicarbonato de sódio (NaHCO_3). Ele é comumente usado na prática de treinamentos de força e potência. Durante esse tipo de exercício o ácido (H^+) e o dióxido de carbono (CO_2) são acumulados no músculo e no sangue. O bicarbonato tem como propriedade fazer o tamponamento do ácido e do CO_2 , o qual irá se livrar da acidez através dos íons bicarboneto. Conseqüentemente o ácido e o CO_2 serão eliminados nos pulmões (FELIPPE *et al.*, 2013; KREIDER *et al.*, 2010).

Um método eficaz para tamponar a acidez durante um exercício de alta intensidade com duração entre 1 e 3 minutos é a ingestão de 0,3 gramas por kg ingerida entre 90 e 60 minutos antes do exercício, ou 5 gramas ingeridas duas vezes ao dia durante cinco dias (KREIDER *et al.*, 2010).

O tamponamento extracelular pelo uso NaHCO_3 concede um relativo aumento do escoamento de íons H^+ do músculo para o sangue, então acredita-se que essa ação irá promover a redução da acidose muscular, e conseqüentemente aumentando a intensidade e a duração do exercício intermitente de alta intensidade (BISHOP e CLAUDIUS, 2005; PINTO *et al.*, 2014).

Alguns estudos mostram diferentes formas de como usar e o tempo de consumo da suplementação do bicarbonato de sódio. Uma retratação na literatura é o uso de NaHCO_3 em uma única dose dissolvido em 500 ml de alguma bebida isotônica de baixa caloria, e outro relato encontrado é a ingestão de sete doses de NaHCO_3 consumidas em cápsulas. Em ambos os casos, o consumo de NaHCO_3 foi de 0,3 g/kg de peso corporal (CAMERON *et al.*, 2010; PRUSCINO *et al.*, 2011).

Sugerindo assim, que o NaHCO_3 pode ser um suplemento ergogênico efetivo para o desempenho em exercício de alta intensidade (MARRIOT, KRUSTRUP e MOHR, 2015).

A ingestão de bicarbonato foi relacionada com algumas variáveis, como por exemplo: tempo de recuperação, valor do pH sanguíneo, etc. Essas variáveis são dependentes do acúmulo de lactato nos treinos intensivos intervalados. Concluiu-se então que existe uma ligação entre o consumo de bicarbonato de sódio, com a manutenção do nível de pH sanguíneo e em decorrência desse fator, a capacidade de retirada do lactato, o restabelecimento, a duração do exercício até o cansaço muscular e capacidade da realização das tarefas do atleta (ZAJAC *et al.*, 2009).

3.1.1 Efeitos Adversos da Suplementação de Bicarbonato de sódio

O uso de bicarbonato pode causar desconfortos gastrointestinais em algumas pessoas pelo motivo do estômago não o tolerar. Recomenda-se o uso de 0,3 a 0,4 g/kg de NaHCO_3 , onde o consumo acima dessas doses podem ocasionar distúrbios no sistema gastrointestinal dentre eles náusea, dor no estômago, diarreia e vômitos, além de prejudicar a performance no exercício (KREIDER *et al.*, 2010; FELIPPE *et al.*, 2013; McNAUGHTON, SIEGLER e MIDGLEY, 2008).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tabela 1. Efeitos da suplementação do Bicarbonato de sódio em exercícios de alta intensidade.

Autor e Ano	Tipo de estudo	Nº de participantes	População alvo/ Material de estudo	Protocolo de Suplementação	Resultados
DEB et al., 2018	Estudo experimental, randomizado, duplo cego e cruzado.	11	Homens recreativamente ativos sem exposição à altitude seis meses antes.	0,3g/kg de NaHCO ₃ ou placebo contendo 0,21g/kg de NaC, ambos diluídos em 400ml de água gelada.	A suplementação de NaHCO ₃ apresentou melhora significativa na tolerância ao exercício assim como no desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade em condições hipóxicas agudas. Induziu um pico de [HCO ₃ ⁻] no sangue maior quando ingerido o placebo, além de maior alteração de ph sanguíneo e maior concentração de lactato quando suplementado.
DELEXTRA T et al., 2018	Estudo duplo cego, cruzado.	15	Estudantes universitárias jogadoras de basquete.	Dose diária, em cápsula, de 0,4g/kg de NaHCO ₃ ou placebo (CaCO ₃) durante 3 dias antes dos testes	Resultados significantes foram encontrados com a suplementação de NaHCO ₃ quando comparados ao placebo. Houve diminuição nos tempos médios de <i>sprint</i> e circuito e aumento da altura média de salto e na concentração de lactato pós-exercício.
FELIPPE et al., 2016	Estudo experimental duplo cego, randomizado e contrabalança	10	Atletas de judô experientes, do gênero masculino, em fase ativa de	0,3g/kg de NaHCO ₃ em cápsula, divididos em 3 doses de 0,1g/kg	Houve aumento no número de golpes no terceiro teste e da concentração de lactato após a suplementação de NaHCO ₃ . Porém os melhores resultados do estudo resultaram na combinação entre NaHCO ₃ e Cafeína. A combinação aumentou o número de golpes nos três testes

	do.		competições.	120, 90 e 60 minutos antes ou placebo (celulose).	sucessivos. Nem na forma combinada nem isolada de suplementação houve diminuição na percepção de esforço.
FREIS et al., 2017	Estudo randomizado, duplo cego, cruzado.	Inicialmente participaram dos testes 25, porém 7 foram excluídos das análises devido aos efeitos colaterais da suplementação (N _{final} =18).	Atletas <i>endurance</i> saudáveis, sendo 17 homens e 1 mulher (na análise final).	de 0,3g/kg de NaHCO ₃ ou 4g de placebo (NaCl), dissolvidos em 700ml de água, 1h30min antes do teste.	Houve dois testes para analisar os efeitos do NaHCO ₃ : exercícios classificados como exaustivos e de carga constante. No teste exaustivo, a velocidade máxima de corrida foi significativamente maior quando suplementados. Porém, o tempo de exaustão no teste de carga constante não diferenciou entre NaHCO ₃ ou placebo. No teste de carga o ph sanguíneo esteve significativamente maior quando suplementados em comparação ao placebo em todo período do teste. A concentração de lactato no sangue foi significativamente maior durante (medido após 30min de corrida) e após (imediatamente 2min após o teste) o teste de carga constante quando suplementados com NaHCO ₃ . No teste de exaustão houve resultados similares após a suplementação: aumento da concentração de lactato durante todo o teste.
GOUGH et al., 2017	Estudo duplo cego, ensaios contrabalanceados.	8	Homens saudáveis ativos	0,3g/kg de NaHCO ₃ ou placebo (0,1g/kg de NaCl), misturados com 4ml/kg de água e 1ml/kg de polpa de laranja sem	O estudo demonstrou que após o consumo de NaHCO ₃ houve uma melhora no segundo período de recuperação passiva, significando que a suplementação amenizou o declínio do tempo até a exaustão. Apesar disso, não houve interação importante entre a suplementação e a melhora na percepção de esforço.

açúcar.					
KRUSTRUP, ERMIDIS e MOHR, 2015	Estudo experimental, randomizado, cruzado, simples cego.	13	Atletas treinados, do gênero masculino, competindo em esportes intensos (corrida de meia distância, esportes de equipe e triatlo).	0,4g/kg de NaHCO_3 distribuídos em ~25 cápsulas (5 cápsulas eram consumidas aos 90, 80, 70, 60 e 50 minutos antes do exercício) ou não suplementado.	Foi analisado no Teste de Recuperação Intermitente Nível 2 (Yo-Yo IR2) que 9 atletas obtiveram melhora no desempenho do exercício intermitente de alta intensidade com a suplementação. Além disso, o pH sanguíneo aumentou significativamente quando suplementado em relação a não suplementação tanto antes do exercício como na exaustão. A concentração de bicarbonato no sangue foi significativamente maior antes do exercício e na exaustão com a ingestão de NaHCO_3 comparado à não ingestão. Houve melhora na avaliação da percepção de esforço durante o exercício intenso.
LOPES-SILVA <i>et al.</i>, 2018	Estudo cruzado, duplo cego, randomizado.	9	Atletas de Taekondo do gênero masculino, de alto nível (faixa preta), em fase de preparação para competição.	0,3g/kg de NaHCO_3 ou placebo (CaCO_3), em 90 minutos antes da simulação de combate.	A ingestão de NaHCO_3 provocou um aumento no pico da concentração de lactato e da soma do tempo de ataque durante a simulação de combate. A suplementação não afetou a percepção de esforço, o metabolismo oxidativo nem o ATP-CPr, apesar que o ATP-CPr aumentou sua contribuição no terceiro <i>round</i> em relação ao primeiro e ao segundo.
WU <i>et al.</i>, 2010	Estudo experimental randomizado, cruzado, duplo cego e placebo controlado.	9	Tenistas universitários, do gênero masculino, da divisão I.	0,3g/kg de NaHCO_3 ou placebo (0,209g/kg de NaCl) diluídos em 250 ml de água.	O pH sanguíneo e a concentração de HCO_3^- aumentaram significativamente após a suplementação de NaHCO_3 .

Tabela 2. Efeitos adversos da suplementação de bicarbonato de sódio.

Autor e Ano	Dose de suplementação	Efeitos Adversos
DEB <i>et al.</i>, 2018	0,3g/kg	Queixas gastrointestinais.
DELETRAT <i>et al.</i>, 2018	0,4g/kg	Alguns poucos efeitos gastrointestinais foram relatados no estudo, não significando diferença quando suplementados ou placebo.
FELIPPE <i>et al.</i>, 2016	0,3g/kg	Três participantes reportaram desconfortos gastrointestinais com pontuação maior que 5, apesar de não ser estatisticamente significante. Dois deles relataram flatulência e um necessidade de defecar.
FREIS <i>et al.</i>, 2017	0,3g/kg	Ao todo, quinze participantes sofreram com efeitos colaterais durante o estudo após a suplementação, porém, sete deles relataram que interromperam o exercício após os sintomas. Os efeitos foram: dor no estômago, diarreia, náusea/vômito e tontura.
GOUGH <i>et al.</i>, 2017	0,3g/kg	Participantes relataram desconforto abdominal e urgência intestinal.
KRUSTRUP, ERMIDIS e MOHR, 2015	0,4g/kg	Leve desconforto estomacal.
LOPES-SILVA <i>et al.</i>, 2018	0,3g/kg	Um participante relatou azia e outro diarreia após a ingestão do suplemento.
WU <i>et al.</i>, 2010	0,3g/Kg	Não foram analisados nesse estudo.

Nesta revisão, em quase sua totalidade os estudos foram do tipo cruzado, duplo cego e randomizado, implicando numa avaliação específica de um mesmo grupo e com a mínima interferência humana nos protocolos de suplementação e desempenho dos testes. A média de participantes foi, aproximadamente, 11 pessoas por trabalho e 75% da população alvo de todos os estudos foi composta em sua totalidade pelo gênero masculino.

Os participantes das pesquisas eram atletas ou ativos, proporcionando melhor avaliação dos resultados da suplementação, visto que um indivíduo bem treinado tem maior capacidade anaeróbia e podem alcançar maiores níveis de acidose do que indivíduos com menor nível de desempenho e, por isso, essas condições esclareceriam melhor a suplementação de NaHCO_3 (MEDBO e BURGUERS, 1990; OLESEN *et al.*, 1994).

A partir da análise da tabela 1, de maneira geral, a suplementação de NaHCO_3 melhorou o desempenho dos participantes nos testes realizados.

Os estudos presentes nessa revisão envolveram a suplementação de NaHCO_3 e exercícios que, em sua totalidade ou momentos específicos (*sprints*, movimentos rápidos) fossem de alta intensidade. Os exercícios de alta intensidade necessitam de uma utilização maior das vias metabólicas anaeróbicas para o fornecimento de energia (MORIONES e SANTOS, 2017), nesse caso especificamente da anaeróbica láctica.

Em apenas dois estudos a suplementação de NaHCO_3 foi de 0,4g/kg, nos demais foi 0,3g/kg. Essas doses são consideradas seguras e ótimas para maximizar a capacidade de tamponamento do sangue conforme os achados de Green e Siegler (2016) que sugerem doses entre 0,2 e 0,3g/kg, Shubert e Astorino (2013) com 0,3g/kg e Edge, Bishop e Goodman (2006) com 0,4g/kg.

Alves e Lima (2009) mostraram que o uso de 0,3g/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.

Alguns protocolos utilizam a suplementação aguda antes do exercício (180, 90, 60 e até 30 minutos antes), como a maioria dos trabalhos da tabela 1 e outros sugerem a suplementação crônica, tendo o início da suplementação dias antes, exemplificado na tabela

por Deletrat *et al.* (2018). O benefício deste protocolo ao invés da dose em dia único é a menor probabilidade de efeitos colaterais gastrointestinais típicos da ingestão de bicarbonato e efeitos semelhantes no desempenho (Driller *et al.*, 2012).

A forma como o suplemento ou placebo foi administrado aos participantes diferenciou entre cápsulas gelatinosas e diluição em água e em um caso água e popo de laranja. A forma como o suplemento é ingerido e sua quantidade influencia diretamente na aparição, ou não, dos efeitos colaterais gastrointestinais (GI) tipicamente associados após o consumo do NaHCO_3 (FELIPPE *et al.*, 2013).

Um estudo realizado por Carr e colaboradores (2011) analisaram os efeitos da ingestão de 0,3g/kg de bicarbonato de sódio no pH sanguíneo e gastrointestinais utilizando 8 tipos de protocolos de suplementação. Os achados indicaram que a menor manifestação dos efeitos GI foi quando houve ingestão do suplemento em cápsula dividida em 3 doses e com alimentos e a maior foi uma dose única 90 minutos após a ingestão diluída em água.

A tabela 2 deste trabalho apresenta os efeitos adversos da suplementação de bicarbonato de sódio dos estudos presentes na tabela 1. Apenas um estudo não apresentou informações a respeito desse tema. Os sintomas predominantes foram desconforto estomacal e abdominal, pirose (azia), náusea, vômito, flatulência e diarreia. Esses sintomas podem influenciar negativamente o estado físico e mental de um atleta antes e durante a competição (MORIONES e SANTOS, 2017).

As variáveis [concentração] de lactato sanguíneo, pH e percepção subjetiva de esforço (PSE) foram amplamente descritas nessa revisão, apresentando resultados positivos para o desempenho nos testes de alta intensidade.

A [lactato] mostrou-se elevada após a ingestão da suplementação. Isso deve ao aumento do bicarbonato no sangue e a impermeabilidade da membrana celular, onde ocorre o efluxo das moléculas de H^+ e do lactato das células musculares para a corrente sanguínea (THOMAS *et al.*, 2012).

O mesmo acontece com o pH. Com a intensificação do exercício há o aumento dos H^+ intracelular e o NaHCO_3 em maiores concentrações no sangue promove o efluxo dos íons para o sangue associando-se ao bicarbonato e regularizando o pH (CORREIA-OLIVEIRA e KISS, 2017).

Em estudo conduzido por Cameron *et al.* (2010), 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.

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 (CO₂), 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 (BISHOP; CLAUDIUS, 2005; ZAJAC *et al.*, 2009; KREIDER *et al.*, 2010; PINTO *et al.*, 2014).

A avaliação da percepção subjetiva de esforço foi contraditória dentre os estudos da tabela 1. Nos trabalhos de Felipe *et al.* (2016), Gough *et al.* (2017) e Lopes-Silva *et al.* (2018) a suplementação do bicarbonato não implicou melhora da PSE diferindo de Krstrup, Ermidis e Mohr (2015).

Foi relatada por Crivelaro (2012), melhora da percepção subjetiva de esforço em 53,3% e a redução do índice de fadiga (IF) em 64,3% dos 30 jogadores de futebol que receberam suplementação aguda de 0,3g/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. Apesar da concordância na melhora da PSE presente nessa revisão, o percentual foi extremamente maior, pois Krstrup, Ermidis e Mohr (2015) identificaram melhora de 7%.

5 CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados e dos demais estudos presentes na literatura, pode-se concluir que a suplementação de bicarbonato de sódio melhora o desempenho físico em atletas e indivíduos treinados em exercícios intensos tanto na suplementação aguda quanto na crônica, tendo sempre o cuidado com a quantidade a ser ingerida, a forma de ingestão e o tempo prévio de administração para evitar os desconfortos gastrointestinais.

REFERÊNCIAS

- BISHOP, D.; CLAUDIUS, B. Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 5, p. 759-767, 2005.
- BRANCO, R. J. M. V. **Os efeitos da ingestão de bicarbonato de sódio no treino intervalado extensivo**. Estudo científico, descritivo e interpretativo, no âmbito da disciplina de seminário – Área de Atletismo, da opção curricular de desporto “rendimento” da FADE-UP, Porto, 2009.
- BRASIL. Caderno de Referência Esporte – Fisiologia do Exercício. **Fundação Vale**. Brasília, 2013.
- CAMERON, S. L.; MCLAY-COOKE, R. T.; BROWN, R. C.; GRAY, A. R.; FAIRBAIRN, K. A. Increased blood ph but not performance with sodium bicarbonate supplementation in elite rugby union players. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 20, n. 4, p. 307-321, 2010.
- CARR, A. J.; SLATER, G. J.; GORE, C. J.; DAWSON, B.; BURKE, L.M. Effect of sodium bicarbonate on $[hco_3^-]$, ph, and gastrointestinal symptoms. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 21, n. 3, p. 189-194, 2011.
- CORREIA-OLIVEIRA C. R.; KISS M. A. P. D. Alcalose metabólica induzida por bicarbonato de sódio: mecanismos de ação, dose utilizada e efeitos sobre o desempenho em ciclismo de alta intensidade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 25, n. 3, p. 158-169, 2017.
- DEB, K. S.; GOUGH, L. A.; SPARKS, S. A.; MCNAUGHTON, L. R. Sodium bicarbonate supplementation improves severe-intensity intermittent exercise under moderate acute hypoxic conditions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 3, p. 607-615, 2018.
- DELETRAT, A.; MACKESSY, S.; ARCEO-RENDON, L.; SCANLAN, A.; RAMSBOTTOM, R.; CALLEJA-GONZALEZ, J. Effects of 3-day serial sodium bicarbonate loading on performance and physiological parameters during a simulated basketball test in female university players. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, p. 1-20, 2018.
- DERISSO, E. M.; MOTOYAMA, Y. L.; PEREIRA, P. E. A; AZEVEDO, PH. S. M; JESUS, G. E; BOTERO, JP. Efeitos da suplementação de bicarbonato de sódio em um teste ergométrico de esforço crescente em homens recreacionalmente ativos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. São Paulo, v. 8, n. 43, p.4-9, 2014.
- DRILLER, M.; GREGORY, J.; WILLIAMS, A. D.; FELL, J. W. The effects of serial and acute nahco₃ loading in well-trained cyclists. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2791-2792, 2012.
- DUNFORD, MARIE. **Fundamentos de nutrição no esporte e no exercício**. Manole, 2012.

EDGE, J., BISHOP, D., GOODMAN, C. Effects of chronic nahco₃ ingestion during interval training on changes to muscle buffer capacity, metabolism, and short-term endurance performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 3, p. 918–925, 2006.

FELIPPE, L. C.; ARAUJO, G. G.; BERTUZZI, R.; LIMA-SILVA, A. E. Efeito da ingestão de bicarbonato de sódio no desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade: uma revisão sistemática. **Acta Brasileira do Movimento Humano**, v. 3, n. 2, p. 19-42, 2013.

FELIPPE, L. C.; LOPES-SILVA, J. P.; BERTUZZI, R.; MCGINLEY, C.; LIMA-SILVA, A. E. Separate and combined effects of caffeine and sodium-bicarbonate intake on judo performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 2, p. 221-226, 2016.

FINSTERER, J. Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 13, p. 218, 2012.

FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiological Reviews**. V. 74, n. 1, p. 49-94, 1994.

FREIS, T.; HECKSTEDEN, A.; SUCH, U.; MEYER, T. Effect of sodium bicarbonate on prolonged running performance: a randomized, doubleblind, cross-over study. **Plos One**, v. 12, n. 8, 2017.

GARTHE, I.; MAUGHAN, R. J. Athletes and supplements: prevalence and perspectives. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 28, n. 2, p. 126-138, 2018.

GOUGH, L. A.; RIMMER, S.; OSLER, C. J.; HIGGINS, M, F. Ingestion of sodium bicarbonate (nahco₃) following a fatiguing bout of exercise accelerates post-exercise acid-base balance recovery and improves subsequent high-intensity cycling time to exhaustion. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 27, n. 5, p. 429-438, 2017.

GREEN, S.; SIEGLER, J. C.

Empirical modeling of metabolic alkalosis induced by sodium bicarbonate ingestion. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 10, p. 1092-1095, 2016.

JÚNIOR, J. V. S. **A importância do ph na saúde**. 2013. Disponível em < <https://professorjairjunior.wordpress.com/2013/05/10/a-importancia-do-ph-na-saude/> >. Acesso em 21 de abril de 2018.

KREIDER, R. B; WILBORN, C. D; TAYLOR, L; CAMPBELL, B; ALMADA, A. L; COLLINS, R; COOKE, M; EARNEST, C.P; GREENWOOD, M; KALMAN, D. S; KERKSICK, C. M; KLEINER, S. M; LEUTHOLTZ, B; LOPEZ, H; LOWERY, L. M; MENDEL, R; SMITH, A; SPANO, M; WILDMAN, R; WILLOUGHBY, D. S; ZIEGENFUSS, T. N; ANTONIO, J. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, n. 7, 2010.

KRONBAUER, G. A.; CASTRO, F. A. S. Estruturas elásticas e fadiga muscular. **Revista Brasileira de Ciência do Esporte**, v. 35, n. 2, p. 503-520, 2013.

KRUSTRUP, P.; EMIDIS, G.; MOHR, M. Sodium bicarbonate intake improves high-intensity intermittent exercise performance in trained young men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, p. 25, 2015.

LOPES-SILVA, J. P.; SANTOS, J. F. S. S.; ARTIOLI, G. G.; LOTURCO, I.; ABBISS, C.; FRANCHINI, E. Sodium bicarbonate ingestion increases glycolytic contribution and improves performance during simulated taekwondo combat. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 3, p. 431-440, 2018.

MARRIOT, M; KRUSTRUP, P; MOHR. Ergogenic effects of caffeine and sodium bicarbonate supplementation on intermittent exercise performance preceded by intense arm cranking exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 13, 2015.

McARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 7ª edição. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 2011.

McNAUGHTON, L. R.; SIEGLER, J.; MIDGLEY, A. Ergogenic effects of sodium bicarbonate. **Current Sports Medicine Reports**, v. 7, n. 4, p. 230-236, 2008.

MEDBØ J. I.; BURGERS S. Effect of training on the anaerobic capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 22, n. 4, p. 501-507, 1990.

MEDINA, F. **Você sabe a diferença entre atividade física e exercício físico?** 2013. Disponível em < <http://www.fabiomedina.com.br/fabio-medina-assessoria-esportiva/170-voce-sabe-a-diferen%C3%A7a-entre-atividade-f%C3%ADsica-e-exerc%C3%ADcio-f%C3%ADsico>>. Acesso em: 27 de março de 2018.

MORIONES, V. S.; SANTOS, J, I. Ayudas ergogénicas em el deporte. **Nutrición Hospitalaria**, v. 34, n. 1, p. 204-215, 2017.

OLESEN, H. L.; RAABO, E.; BANGSBO, J.; SECHER, N. H. Maximal oxygen deficit of sprint and middle distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 69, n. 2, p.140-146, 1994.

PINTO, C. L; PAINELLI, V. S; JUNIOR, A. H. L; ARTIOLI, G. G. Lactato: de causa da fadiga a suplemento ergogênico? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 22, n. 2, p. 173-181, 2014.

PRUSCINO, C. L; ROSS, M. L. R; GREGORY, J. R; SAVAGE, B; FLANAGAN, T. R. Effects of sodium bicarbonate, caffeine, and their combination on repeated 200-m freestyle performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 18, n. 2, p. 116-130, 2008.

SCHUBERT, M. M.; ASTORINO, T. A. A systematic review of the efficacy of ergogenic aids for improving running performance. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1699-1707, 2013.

THOMAS, C.; BISHOP, D. J.; LAMBERT, K.; MERCIER, J.; BROOKS, G. A. Effects of acute and chronic exercise on sarcolemmal mct1 and mct4 contents in human skeletal muscles: current status. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 302, n. 1, p.1– 14, 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **Efeitos do exercício, Bioenergética e Tipos de fibras musculares**. Disponível em <
http://www.uff.br/fisio6/PDF/fisiologia_exercicio/efeitos_bioenergetica_fibras.pdf>. Acesso em 21 de abril de 2018.

WU, C. L.; SHIH, M. C.; YANG, C. C.; HUANG, M. H.; CHANG, C. K. Sodium bicarbonate supplementation prevents skilled tennis performance decline after a simulated match. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, p. 33, 2010.

ZAJAC, A.; CHOLEWA, J.; POPRZECKI, S.; WASKIEWICZ, Z.; LANGFORT, J. Effects of sodium bicarbonate ingestion on swim performance in youth athletes. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 8, n. 1, p. 45–50, 2009.

ABSTRACT

The use of dietary supplements has attracted athletes, practitioners of physical exercises and professionals with the purpose of improving physical performance. One of the purposes of these supplements is delayed muscle fatigue which can impair performance. This study evaluated the use and physiological and metabolic effects related to sodium bicarbonate (NaHCO_3) intake in high intensity exercises. In this study a literature review was carried out, which evaluated eight original articles between the years 2010 and 2018, searched on the digital platforms of PubMed, Scielo and Google Academic. The results showed improvement of the physical performance, increase of pH and blood concentrations of bicarbonate and lactate. Concerning the negative effects of supplementation, the studies found gastrointestinal discomfort depending on the amount, the mode of consumption and the time interval between ingestion and the test. Thus, it was concluded that sodium bicarbonate supplementation improves the physical performance of athletes and individuals trained in high intensity exercises.

Keywords: Sodium bicarbonate. Supplementation. Intense exercise. Muscle fatigue.

DADOS DA AUTORA

Leila Almeida Gomes, formada em Nutrição pela Universidade Federal de Sergipe (2016). Atendimento domiciliar na área clínica. Estágio extracurricular no programa Mesa Brasil – SESC (2014-2015).