

## O uso de recursos ergogênicos e aumento de performance em atletas e no âmbito clínico: uma revisão de literatura

The use of ergogenic resources and increase performance in athletes and clinical settings: a literature review

Recebido: 30/05/2022 | Revisado: 08/06/2022 | Aceito: 08/06/2022 | Publicado: 09/06/2022

**Isabella Rocha Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7029-9306>  
Centro Universitário de Brasília, Brasil  
E-mail: [Isabella.rsilva@sempreceub.com](mailto:Isabella.rsilva@sempreceub.com)

**Simone Gonçalves Almeida**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5839-3052>  
Centro Universitário de Brasília, Brasil  
E-mail: [Simone.almeida@ceub.edu.br](mailto:Simone.almeida@ceub.edu.br)

**Thales de Aquino Oliveira Faccin**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7749-0106>  
Centro Universitário de Brasília, Brasil  
E-mail: [Thales.faccin@sempreceub.com](mailto:Thales.faccin@sempreceub.com)

### Resumo

O uso de recursos ergogênicos tem sido cada vez mais frequentes no âmbito esportivo e clínico, tanto com o objetivo de melhora de performance quanto com o objetivo de melhora da composição corporal de praticantes recreativos. A partir desses dados, é de suma importância um maior entendimento sobre os riscos e benefícios do uso de tais recursos. O presente trabalho tem como função investigar os riscos e benefícios associados ao uso da cafeína, creatina, beta-alanina e suplementação à base de carboidratos. Foram analisados 41 estudos, onde foram traçados a dimensão do aumento de performance e efeitos adversos designados a cada suplementação, levando em consideração o número amostral e o número de artigos analisados nas revisões sistemáticas que compõem a presente revisão de literatura. A partir dos dados analisados, foi constatado que a creatina, cafeína, beta-alanina e suplementos à base de carboidratos apresentam desfechos positivos significativos em relação à performance e composição corporal. Não foram observados graves efeitos adversos em todos os suplementos analisados, exceto na cafeína, com o uso de altas doses. Conclui-se então que o uso dos suplementos supracitados é seguro e apresenta boas evidências para uso.

**Palavras-chave:** Suplementos; Cafeína; Creatina; Beta-Alanina; Desempenho; Doses; Colaterais; Uso na clínica; Âmbito esportivo.

---

### Abstract

The use of ergogenic aids have become more frequent in the clinic and sports field, with the goal of improving performance and improving body composition of recreational exercising subjects. According to this data, it is important to have a better understanding of the risks and benefits of the use of these resources. The present work has as its goal to investigate the risks and benefits associated with the use of creatine, caffeine, beta-alanine and carbohydrate supplementation. 41 studies were analyzed, in which the dimension of performance increase and side effects of each supplement were traced, taking into consideration the sample number and the number of articles analyzed in the systematic reviews that make up this review. According to the analyzed data, it was verified that creatine, caffeine, beta-alanine and carbohydrate supplements present significant positive outcomes related to performance and body composition. Serious side effects were not observed on any of the analyzed supplements, except caffeine, when used in high doses. It can be concluded that the use of the previously mentioned supplements is safe and has good scientific evidence.

**Keywords:** Supplements; Caffeine; Creatine; Beta-alanine; Performance; Dosage; Collateral; Clinic; Sports.

---

## 1. Introdução

O exercício físico contribui para melhora dos parâmetros metabólicos e de composição corporal (Rodríguez-Añez et al, 2020), dessa forma, a busca por um melhor desempenho no âmbito esportivo está cada vez maior, tendo em vista que existem fatores fisiológicos naturais que promovem a redução da performance e consequentemente aumento da fadiga.

O termo fadiga significa uma redução na capacidade do músculo esquelético de realizar contrações e produzir força (Barahona-fuentes, 2020). O quadro de fadiga é proveniente do acúmulo de íons  $H^+$ , redução dos estoques de energia, produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (ERO) e diminuição do potencial de ação por parte dos neurônios aferentes (fadiga central).

A contração muscular envolve a interação entre os filamentos contráteis de actina e miosina, processo dependente de ATP, que concede a força necessária durante o exercício físico (Barclay et al. 2005). Quando acontece a quebra do ATP, são gerados subprodutos provenientes dessa necessidade energética, sendo eles a energia propriamente dita, bem como os íons  $H^+$ . De acordo com os achados a respeito desses processos metabólicos, surgiu como resultados do exercício físico a consideração de que quanto maior quantidade de ATP degradado durante o exercício resistido, maior será a quantidade de íons  $H^+$  liberados no meio, tendo a capacidade de diminuição a interação entre os filamentos de actina e miosina, devido à menor liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático (De Freitas et al. 2017).

Os estoques energéticos também são um fator determinante no processo de contração, e se dispõem de vias metabólicas para sua formação, como: Metabolismo Anaeróbio Alático (via da fosfocreatina), Metabolismo Anaeróbio Lático e o Metabolismo Aeróbio. Segundo Molina, 2014, o exercício físico aumenta a produção de adrenalina, que é essencial para o aumento da glicogenólise (quebra do glicogênio) e lipólise. A degradação desses estoques de energia são direcionados para as vias metabólicas citadas acima e, na falta desses estoques, há redução do processo de contração e por consequência menores rendimentos. (Sundberg et al, 2019).

Alguns suplementos têm como finalidade a intervenção na fadiga muscular, sendo o objetivo principal avaliar o aumento da capacidade de contração e permanência no exercício físico. Esses suplementos são a Creatina, a Cafeína, a Beta-Alanina e o Carboidrato, sendo que neste trabalho será abordado a aplicabilidade de cada suplemento citado bem como suas vias de atuação na melhoria da performance em atletas.

O motivo de revisar a literatura acerca desse tema foi um aumento constante de praticantes de atividade física e o aumento do uso desses recursos para aumento da performance esportiva. Um estudo conduzido por Frączek B e colaboradores em 2016 conduziu uma pesquisa com atletas e praticantes de diversas modalidades desportivas (N= 600), e cerca de 48% desses indivíduos declararam que faziam uso de suplementação com a intenção da melhora do desempenho esportivo e aspecto físico, sendo que os suplementos mais consumidos foram os de proteína e os carboidratos.

O trabalho tem como objetivo identificar a eficácia dos recursos ergogênicos no aumento de performance e mensurar a dimensão deste aumento com o uso dos seguintes recursos: Creatina, Beta-Alanina, Carboidrato e Cafeína. O intuito é avaliar resultados competitivos em relação a indivíduos que fazem uso dos recursos, assim como das doses e melhores formas de usar.

## 2. Metodologia

O trabalho trata-se de uma pesquisa de literatura, sendo uma revisão bibliográfica narrativa sobre a temática do uso de recursos ergogênicos e performance em atletas e no âmbito clínico. Foram utilizadas revisões dos últimos 10 anos, com exceção de artigos utilizados como base de referências conceituais sobre achados e definições de terminologias relevantes para a realização dessa revisão, sendo esses Hattori. (2009); Kreider, (2010); Cribb, (2007); Gualano, (2011); Hill, (2007).

Para a montagem desta revisão de literatura, foram utilizadas 41 referências, sendo essas artigos científicos e livros publicados em português, inglês e espanhol.

A busca por estudos foi realizada a partir da pesquisa em bases de dados como: Pubmed, Scielo, Dynamed, Tripdatabase, Nice Evidence Search, Issn e Google Scholar.

As palavras-chave que foram utilizadas como critério de busca para as referências: “cafeína, caffeine, creatina, creatine, carboidrato, nutrients, carbohydrate, beta alanina, beta alanine, atletas, athletes, bodybuilders, esporte, sport, performance, rendimento, recursos ergogênicos, ergogenic resources, musculação, bodybuilding, endurance, exercício, força, strenght, atleta recreativo, metabolismo, suplementos, supplements, fisiologia e dietas.”

Esses artigos foram analisados com a seguinte sequência de leitura: título, resumos e o artigo na íntegra. Os critérios de exclusão utilizados foram estudos *in vitro* e estudos em animais, público que não seja voltado para prática esportiva, estudos com os dados confusos ou mal elaborados, atletas com utilização de esteróides e outros fármacos proibidos pela FDA e pelo Comitê Olímpico. Pessoas com qualquer tipo de doenças crônicas não transmissíveis também foram retiradas da análise, assim como estudos repetidos em diferentes bases de dados.

O trabalho foi realizado objetivando a análise de recursos aprovados na literatura científica e que podem ser utilizados visando melhoria no desempenho esportivo de atletas, expondo as quantidades analisadas, testadas e recomendadas de cada recurso, bem como as suas aplicabilidades. Sendo assim, o trabalho consistirá em esclarecer os pontos citados e reiterar os benefícios, segurança, mecanismos de ação, aproveitamento, relevância prática esportiva do uso e a segurança dos recursos ergogênicos apresentados ao decorrer do estudo.

### **3. Revisão de Literatura**

#### **3.1 Recursos ergogênicos e performance esportiva**

A busca por performance é o alvo de todos os praticantes de esportes mediante à busca pelo maior rendimento e desempenho, sendo que a indústria esportiva tem aumentado sua produção de substâncias que prometem benefícios no condicionamento físico prévio, sendo essas buscadas pela massa que abrange esse meio. Essas substâncias são definidas como “auxiliares ergogênicos” pois aumentam de maneira significativa o desempenho esportivo (Kerksick, 2018).

Diversos mecanismos fisiológicos limitam o desempenho do atleta durante o exercício como acidose, estresse oxidativo, fadiga central e fadiga periférica, sendo necessário estratégias nutricionais para que ocorra a diminuição da expressão desses compostos e assim, possibilitando que haja maior rendimento durante a realização do esporte de maneira eficiente.

As análises científicas acompanham a inovação da indústria mediante à procura de evidenciar a real aplicabilidade, benefícios e riscos que estão por trás do uso desses produtos que terão como base a atuação contra os mecanismos que atrapalham o desempenho esportivo. Tem-se como um dos mecanismos a chamada fadiga periférica, ou seja, o estado em que a contração muscular está comprometida por escassez energética celular do músculo como o caso de falta da disponibilidade de ATP, o que conseqüentemente poderá prejudicar a ligação das proteínas contráteis actina e miosina e encurtamento do sarcômero para que ocorra a contração muscular da maneira desejada e contínua, o que se busca em esportes como musculação (Zajac, 2015).

Outro fator que pode influenciar no aumento da fadiga periférica é a falta de cálcio na célula muscular, pois o cálcio participa do processo de ligação entre as proteínas contráteis do músculo, sendo as responsáveis pela contração muscular e conseqüente a isso, o aumento de força e maior capacidade de execução do treinamento proposto, sugerindo que a diminuição desses estoques prejudica o desempenho físico.

Nosso organismo detém de variadas formas de alcançar o aporte energético suficiente ao atingir um esforço máximo e a fosfocreatina é a reserva que concede renovação de ATP de maneira primária, sendo que sua ação será restrita aos primeiros

segundos de exercício físico, chegando ao esgotamento em cerca de 10 a 20 segundos. Por ser a maneira rápida de obter mais força por maior energia celular circulante, tem-se grande importância que esses níveis de fosfocreatina permaneçam preenchidos para que assim, auxilie na performance dos esportes que são característicos desse tipo de esforço. Importante ressaltar que a quebra da molécula adenosina trifosfato (ATP) é capaz de liberar íons  $H^+$ , gerando maior acidose no meio, fazendo com que enzimas e processos metabólicos de geração de mais energia fiquem prejudicados. Dessa forma, espera-se estratégias dietéticas via suplementação que garantam a eficácia do seu uso. Estresse oxidativo conta com a gama de espécies reativas de oxigênio (ERO) que são liberadas mediante ao consumo de oxigênio pelas mitocôndrias, o que é presente em larga escala durante o treinamento esportivo. Essa espécie reativa de oxigênio atrapalha os processos de liberação do cálcio do retículo sarcoplasmático, diminuindo assim a força muscular, pois esse é responsável pela interação de actina e miosina. Essas espécies reativas de oxigênio estão associadas também à piora de recuperação pós treino/exaustão; porém, precisa-se controlar o ambiente pois existem outras variáveis importantes que vão influenciar no processo de renovação tecidual, ou seja, de recuperação muscular. (Hattori, 2009).

## **3.2 Aplicabilidade da cafeína, creatina, carboidratos e beta-alanina no esporte e âmbito clínico**

### **3.2.1 Cafeína**

A cafeína é uma substância utilizada por praticantes de esporte físico em momentos anteriores ao treino devido ao seu efeito estimulante à nível do sistema nervoso central. O seu efeito para aumento do desempenho esportivo está correlacionado à ação antagonista dos receptores de adenosina, fazendo com que haja uma menor sonolência, menor percepção de fadiga/cansaço, maior estado de alerta e o aumento da liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático que está interligado com o aumento da força por aumento da interação das cadeias de actina e miosina. As fontes que se pode encontrar a cafeína não está restrita apenas às cápsulas ou contidas em pré treino mas também em géis com carboidrato, energéticos, spray nasal, gargarejo bucal, há a presença em alimentos como chás, café, chocolate e outras bebidas. (Guest, 2021)

As doses de cafeína recomendadas e comprovadas como positivas para o desempenho esportivo está na faixa de 3-6 mg/kg, considerando que valores acima de 9 mg/kg pode desenvolver algum tipo de transtorno relacionados aos efeitos colaterais como ansiedade, insônia, aumento da pressão arterial e dores de cabeça. A ação da cafeína na diminuição do sono é algo central, demonstrando que a ingestão de cafeína durante 3-6 horas antes de dormir pode afetar a duração do sono, porém, é necessário considerar que o estudo possui diversas limitações como a falta das concentrações plasmáticas de marcadores, as variáveis incontroláveis que podem ter influenciado no sono e o controle dessas se torna um desafio, porém, sabe-se que a cafeína possui a ação estimulante contrária ao processo de sonolência promovido pela maior ação de receptores de adenosina (Hattori, 2009).

A procura por substâncias que elevem o mínimo possível da velocidade média e tempo de ação são significativamente importantes para a conquista de objetivos e a utilização de recursos ergogênicos promove a maior possibilidade e maior facilitação para a chegada, considerando as limitações fisiológicas que muitas vezes o atleta precisa exercer. Exemplo disso são os treinos de resistência, que ao utilizarem doses de 3-6 mg/kg teve a capacidade de melhorar 2-4% do rendimento durante a prova de endurance (característica de treinamento que visa submeter o indivíduo ao máximo da sua capacidade fisiológica). Uma metanálise analisou a relação entre a duração de um evento atlético de resistência e o tamanho do efeito que a cafeína pode exercer nos integrantes do grupo intervenção comparado ao grupo placebo, foram analisados quarenta artigos, onde utilizaram grupos para comparação, totalizando 56 grupos comparativos. A conclusão ratifica os achados diversos pela literatura científica que afirma a grande capacidade de aumento do desempenho físico mediante a ação da cafeína em atletas de exercícios de resistência. (Guest, 2021).

Há estudos demonstrando a aplicabilidade no ciclismo, corrida, natação e esqui, onde a reação ao uso de cafeína foi visto nos valores de referência de 3-6 mg/kg, como é prescrito nas recomendações, demonstrando que o grupo com a substância possuía maior rendimento, o que pode ser em maior escala pela percepção de estarem no grupo com cafeína do que a ação

estimulante da mesma, onde esse fenômeno é considerado como efeito placebo, efeito esse que não atribui ao produto de intervenção as melhorias na performance mas sim pela crença que aquela substância está fazendo efeito no organismo de tal maneira que melhora sua performance. Sendo assim, quando se trata de exercícios de resistência de demanda aeróbica, a cafeína é promissora no aumento da performance desses indivíduos. O mesmo é visto em nadadores submetidos a consumirem bebidas energéticas antes de uma prova de natação com sprints, com doses em valor limiar inferior da recomendação de 3 mg/kg, sugerindo que para esse grupo, a cafeína pode se tornar um ótimo coadjuvante no aumento de performance, observando maior tempo de salto contramovimento, redução do tempo necessário para conclusão de prova e maior força de movimento para salto (Lara, 2015).

Tem-se vários estudos com ciclistas, onde aplica-se o uso de cafeína de diversas maneiras e uma delas foi através do consumo de uma goma de mascar concedida aos participantes imediatamente antes do teste de treinamento em laboratório fechado. Oito ciclistas do sexo masculino participaram desse estudo que concluiu que a introdução de cafeína momentos antes do treinamento é mais efetivo para melhoria da performance dos ciclistas a aplicação da goma de mascar 60-120 minutos antes. Análise com corredores tiveram-se as mesmas conclusões: benefícios da introdução de cafeína momentos antes do treinamento puderam proporcionar melhores resultados na prova. O tempo de resistência e mudanças fisiológicas em respostas ao exercício foram analisadas no estudo, onde introduziram a cafeína mediante a bebidas energéticas; variáveis foram analisadas e o efetivado como positivo através do consumo da substância foi através da melhoria do desempenho durante a km percorrido (Ryan, 2013).

Considerando a aplicabilidade da cafeína no exercício resistido que utiliza força e que exige ao músculo a ida até o momento da fadiga (como o caso da musculação) é visto doses de 3-6 mg/kg nos estudos ingeridos na forma de comprimido e de cápsulas, diferente da aplicabilidade da cafeína nos praticantes de esportes como natação, corrida e hóquei. Sendo assim, os estudos em sua grande maioria avaliam 1RM, ou seja, uma repetição máxima e/ou variações de isometrias; entretanto, os estudos analisando força máxima com respostas ao uso de cafeína tem oscilado conforme os achados, onde alguns estudos demonstram sua eficiência e outros contradizendo os achados. São sugeridos resultados positivos com a análise da cafeína na resposta ao treinamento através de uma metanálise que analisou estudos envolvendo cafeína e sua influência no aumento da performance em treinamento resistido, demonstrando efeitos positivos para esse fim. Entretanto, outras metanálises sugerem aumento na força e nenhum efeito/efeito nulo na resistência, demonstrando variadas contradições entre os achados (Shen, 2019). Para esclarecimento acerca da possibilidade de utilização da cafeína em outros esportes, a análise no futebol foi visto melhor tempo de corrida, maior precisão no momento de realização de passes e maior performance em saltos. No basquete não foi visto melhoras no tempo de sprints e velocidade de realização de sprints, contudo, houve melhoria nos lances livres, aumento de tentativa de cesta e melhoria no rebote de contra-ataque em indivíduos com polimorfismo na CYP1A2. No vôlei observa-se a melhoria no número de ações bem sucedidas e diminui as ações imprecisas. No rugby e hóquei obtiveram melhorias relacionadas ao aumento do tempo de intensidade da velocidade (ritmo da corrida) e melhoria de habilidades específicas ao esporte, principalmente no hóquei (Del Coso, 2015), e maior força no rugby (Portillo, 2017).

Portanto, pode-se verificar que a capacidade de aplicação da suplementação de cafeína se estende em diversos esportes com suas diferentes características, demonstrando a real necessidade de mais estudos quanto à contribuição da cafeína no aumento da força de explosão.

### 3.2.2 Creatina

A creatina é o suplemento esportivo com maior nível de evidência e com mais estudos que contemplam a análise da sua aplicabilidade e efeitos em diversas práticas de exercícios físicos. Sendo assim, o mecanismo de ação da creatina é aumentar o aporte de reservas de fosfocreatina do nosso organismo, uma vez que nosso organismo e a ingestão dietética não concedem quantidades suficientes. A síntese endógena de creatina é feita pelo fígado e rins que utilizam como precursores para essa

produção aminoácidos, sendo eles arginina, glicina e metionina, concedendo cerca de 1 grama. O consumo de alimentos de origem animal como carnes pode oferecer 1 grama a partir do seu consumo, entretanto, para alcançar quantidades elevadas seria necessário a alta ingestão do alimento.

A função da creatina no organismo durante o exercício é conceder o fosfato (P) para a molécula adenosina difosfato (ADP), reconstituindo a principal forma energética do organismo, sendo essa o ATP (adenosina trifosfato), necessária de maneira expressiva pela musculatura para realização de força em seqüência. Os estoques de fosfocreatina contribuem para os momentos iniciais da contração muscular, permanecendo funcionando de 5-10 segundos e com seu esgotamento, há o decaimento da capacidade de força e contração muscular por necessidade de outras vias metabólicas como glicólise anaeróbica que sustente a necessidade energética demandada pelo exercício.

O mecanismo de ação da creatina demonstra de forma significativa em quais esporte pode-se incluí-la, visando de maneira expressiva aqueles que necessitam do sistema de fosfocreatina. Discute-se na literatura a variabilidade de aplicações do suplemento, elucidando maiores aplicabilidades em exercícios que exijam sprints únicos e múltiplos, trabalho de séries que exijam grande força/esforço máximo que incluam explosão como a musculação, sendo esse o esporte em que se visualiza o maior investimento no suplemento. Entretanto, é visto a aplicabilidade da creatina em processos como: recuperação muscular pós treinamento, possíveis aumentos da massa livre de gordura (contribuição estética), maior tolerância ao treinamento, suposta contribuição ao armazenamento de glicogênio e contribuição ao sistema anaeróbico (Kerksick, 2018).

A ação da creatina em exercícios resistidos é vista na literatura como forma de aumentar a capacidade de realização de maior volume de exercícios caracterizados pela sua menor duração como por exemplo sprints de duração de 6 segundos, ou seja, que demanda um sistema de energia rápido para continuação de realização de trabalho. É visto também a atuação em produção de força, peso levantado e o tempo de realização do exercício, ou seja, melhoria em 1RM (Kreider, 2010).

Na literatura científica somos contemplados com um estudo que analisa o efeito de um treinamento durante 4 semanas intervalado de alta intensidade e a suplementação de creatina analisando a potência crítica e capacidade anaeróbica, distribuindo 42 homens de forma aleatória entre 3 grupos: grupo CR (10g de creatina e 10g de dextrose), grupo placebo com apenas 10 grama de dextrose e um grupo controle sem tratamento. Dos grupos analisados, foram vistas melhorias na capacidade de potência máxima no grupo com tratamento de creatina e dextrose, sendo assim, sugere-se a possível contribuição da creatina nos exercícios que exijam de fatores de capacidade de potência crítica máxima e necessidades de vias anaeróbicas (Cribb, 2007).

Estudos com ciclistas, jogadores de futebol e hóquei. Em praticantes de hóquei foi analisado através de um estudo de intervenção em 17 jogadores consumindo 0,3g/kg durante cinco dias comparado ao grupo placebo, submetidos à sprints de 30 segundos, seguidos de 30 segundos de descanso e realização dos sprints novamente após o tempo de descanso concluído em uma esteira de patinação, sendo avaliados conforme o tempo de exaustão e capacidade do pico e potência máxima; não foram vistos melhorias, porém, é necessário o entendimento que a avaliação foi feita com poucos jogadores e com controle não preciso. Uma revisão sistemática analisou a possível ação da creatina em jogadores de futebol, concluindo que doses de carga de 20 a 30g de creatina fracionada em 3 a 4 vezes por dia (intuito de maior recarga como um potencial de saturação dos estoques de creatina) durante 6-7 dias e retornando a 5g/ dia por 9 semanas são efetivas para melhoria do sistema de potência anaeróbica exigente durante o jogo (Mielgo-ayuso, 2019).

No âmbito clínico pode-se destacar a atuação da creatina em idosos para prevenção e/ou tratamento da sarcopenia como um aliado na inclusão da intervenção terapêutica do problema. Sabe-se que a sarcopenia reflete a perda de massa muscular e da força ao longo do avançar da idade, levando à diminuição da atividade física praticada pelos acometidos. Pode-se afirmar que a musculação e a utilização da creatina como recurso ergogênico pode aumentar a prevenção da sarcopenia, onde é visto que a ingestão de creatina nos valores de 8g ou o cálculo de 0,1g/kg tem a capacidade de elevar a quantidade de massa muscular e como consequência, aumentar fatores como força, rigidez, maior capacidade de manter-se de forma ativa (Kreider, 2017).

Um estudo randomizado controlado brasileiro fez a seleção de 64 pessoas que foram divididas entre 3 grupos: CRB (creatina antes do treino), CRA (creatina após o treino) e placebo, onde esses indivíduos não eram habituados ao treinamento e não poderiam ter feito o consumo de creatina nas 12 semanas anteriores ao início do estudo científico. A dose oferecida estava nos valores de 0,1g/kg, o que é uma das recomendações e achados por outros estudos. Sendo assim, importante ressaltar que a procura do estudo envolve também o timing da utilização da suplementação, avaliando a resposta mediante à proximidade do treino. O grupo CRA foi aquele que obteve maior ganho de massa livre de gordura e o aumento de força foi visto no grupo CRB e CRA, enquanto no placebo o aumento não foi significativo, sugerindo como conclusão a capacidade de combinação de exercícios resistidos e creatina para que ocorra a prevenção do desenvolvimento de doença como sarcopenia. Estudos com o objetivo desses achados são analisados em maiores escalas em homens, porém esse estudo demonstrado anteriormente inclui mulheres e a análise com ambos os gêneros tem se elevado (Aguiar, 2013).

Há na literatura procuras que estão correlacionando a utilização de creatina com o controle glicêmico, buscando analisar formas não farmacológicas adicionais para auxílio no manejo do tratamento e prevenção de diabetes do tipo 2. Um desses estudos reúne idosos com mais de 57 anos, que continham a doença durante 7 anos e todos faziam a utilização de fármacos para o tratamento da diabetes e pressão arterial. A dose de creatina era 5g, no qual não foi observado aumento no volume de treino e na força pelos testes de 1RM, a composição corporal e lipidograma não mudou conforme os grupos. Um achado surpreendente foi o aumento de GLUT4 na membrana celular no grupo intervenção com creatina, deixando o estado metabólico do grupo que tinha a doença semelhante aos saudáveis. Não se pode extrapolar os achados, porém, existe um grande achado que demonstra a importância da creatina como um auxiliador de ação concomitante ao treinamento visando melhor otimização para captação de glicose plasmática (Gualano, 2011).

### 3.2.3 Beta-Alanina

A beta alanina é um aminoácido não essencial que possui a função de promoção da síntese de carnosina, sendo essa uma substância encontrada na parte interior da musculatura esquelética. A carnosina tem como função fazer o tamponamento do organismo, sendo assim, a principal finalidade suplementação (tendo em vista a carência do consumo de beta alanina através da alimentação) é promover um aumento dessa substância e conseqüentemente a isso promover maior sistema de tamponamento necessário para dar continuidade ao exercício praticado naquele espaço de tempo (Saunders, 2017).

A beta alanina exerce sua ação de maneira eficaz em exercícios de alta intensidade com duração prolongada, como por exemplo entre 30 segundos a 10 minutos de tempo exercido. Uma metanálise demonstra no relato da discussão a real necessidade do entendimento que não foram achados melhorias no desempenho de exercícios com duração menores que 1 minuto; já exercícios com maiores durações (> 4 minutos), foram vistos maiores benefícios mediante ao uso de beta alanina (Saunders, 2017).

Achava-se que a suplementação de beta alanina poderia ser mais eficiente em exercícios que recrutassem músculos de forma isolada, ou seja, aqueles músculos menores poderiam sofrer maiores necessidades de tamponamento por maior ambiente com pH alterado e possível diminuição do rendimento durante o momento do exercício físico. Entretanto, a ideia foi quebrada e sugerido que atividades recrutando 1 membro muscular ou mais é capaz de obter benefícios com o uso da suplementação de beta alanina. Portanto, a modalidade do esporte escolhido pelo indivíduo reflete na capacidade funcional da suplementação ter ou não influência sobre o exercício, tendo total influência o volume de uma prova com seu tempo de duração alto ou baixo. Um exercício de ciclismo de 400 km é diferente de um exercício de ciclismo a 4 km, sendo assim, de acordo com o nível de evidência, o maior volume poderá ter maior proveito dessa suplementação (Hill, 2007).

### 3.2.4 Carboidratos

O carboidrato é um macronutriente de extrema importância para a performance esportiva e se mostra promissor quando envolve exercícios resistidos extenuantes como é o caso da musculação. Considerando a característica fisiológica de um treino resistido, observamos que o sistema de ATP-CP ao ser esgotado e interrompido, preferencialmente o organismo opta pela captação de energia proveniente da própria musculatura esquelética, sendo essa a glicólise proveniente da quebra de glicogênio muscular; a característica do exercício resistido propõe a necessidade de manutenção dos níveis de glicogênio de maneira ideal, prevenindo que haja decaimento do rendimento, uma vez que o organismo busca por maneiras rápidas de produção de energia.

Um estudo demonstrou que ao realizarem um treino de força resistida sem o café da manhã houve redução do número de execuções até a falha (submeteram a musculatura até a sua potência máxima) no agachamento comparado ao grupo com café da manhã. Contudo, não se pode afirmar que condições de jejum irão necessariamente diminuir a performance dos indivíduos, pois fatores como: alimentação no dia anterior ao treinamento e costume do organismo sob essas condições podem conceder formas positivas de realizarem o exercício sem consumir nenhum tipo de alimento no período pré treino. Com isso, torna-se inegável a importância do substrato energético do carboidrato como forma de manutenção da via mais rápida de geração de energia (Cholewa, 2019).

Em outros âmbitos esportivos, precisa-se entender a necessidade de reposição de carboidrato durante aqueles exercícios de longa duração (casos de exercícios com duração maior que 50 minutos e com um volume de treino grande), em que a manutenção da glicemia é necessária para que o processo de performance seja continuado, uma vez que uma única sessão de treinamento resistido é capaz de diminuir em cerca de 24-40% o conteúdo de glicogênio muscular. A reposição de carboidratos para esportes como levantamento de peso, musculação, ciclismo, natação, futebol e corridas de curta distância são primordiais para aumentar a performance dos atletas (Kerksick, 2017). Os estoques de glicogênio endógenos podem chegar às quantidades máximas em dietas ricas em carboidratos, com as recomendações variando entre 8 até 12g/kg de peso (onde a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte preconiza quantidades de de 5-8 g/kg de peso e para os indivíduos que praticam exercícios físicos intensos, chegando na casa de 70% do VO<sub>2</sub> máximo, podem chegar a 10 g/kg de peso) e esgotadas quando há alto gasto energético durante exercícios de treinamento resistido. Para rápidas restaurações de glicogênio é necessário as considerações estabelecidas pela Posição da Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva em seu estudo sobre o momento dos nutrientes: 1,2 g/kg de peso a cada hora passada e de preferência a ingestão de alimentos que elevem a glicemia rapidamente e sejam consequentemente absorvidos de forma eficiente e rápida. A restauração eficiente de carboidrato pode ser feita através do consumo 4 horas antecedentes ao treinamento, como analisado em um estudo com ciclistas submetidos a uma prova de 105 minutos a 70% do VO<sub>2</sub> máximo. Além de benefícios citados anteriormente, consegue-se observar melhorias no desempenho em exercícios aeróbicos, contudo, alguns estudos contradizem os achados relacionados aos treinamentos com características aeróbicas (Kerksick, 2017).

As formas de suplementação de carboidrato estão disponíveis em diversas formas, podendo ser em gel, líquido, pó ou alimentos propriamente ditos. Cada forma de apresentação será escolhida de acordo com a característica do esporte, sendo aqueles que recrutam maiores grupamentos musculares, como natação e corrida, a carga na forma líquida será mais interessante; em esportes como ciclismo a carga de carboidrato em sua forma sólida se torna uma potencial forma de suplementação.

No entanto, o que se pode verificar é a real necessidade da ingestão de carboidrato em exercícios resistidos como ciclismo, corrida, musculação, futebol, basquete e vôlei, onde esses podem se beneficiar do uso do carboidrato tanto para níveis de glicogênio serem abastecidos quanto para recarga glicêmica mantida.



### 3.3 Efeitos colaterais através do uso de recursos ergogênicos e seus cuidados

Efeitos colaterais são efeitos não desejados com uso de suplementos, onde os usuários buscam aumento de performance e acabam tendo mais prejuízos com essa busca, do que benefícios em si. Dessa forma, esse tópico tem como objetivo elucidar os principais efeitos colaterais visto com uso dos suplementos abordados no tópico anterior, sendo esses: Creatina, Cafeína, Beta-Alanina e Carboidratos.

#### 3.3.1 Cafeína

Começando pela cafeína temos uma grande variedade no metabolismo da cafeína de acordo com padrões genéticos dos consumidores, sendo essas diferenças genéticas presente nos genes da CYP1A2 e ADORA2A, sendo esses associados com o metabolismo, sensibilidade e resposta ao uso da cafeína.

Existem diferentes tipos de genótipos e diferentes respostas em relação ao consumo da mesma, sendo classificada de acordo com com Grigic, J e colaboradores, 2020, em metabolizadores rápidos e lentos, onde os lentos têm a predominância de de genótipos do tipo AC e CC, sendo nesse caso mais favoráveis a efeitos colaterais como riscos mais elevados para infarto agudo do miocárdio, Hipertensão e elevação da pressão sanguínea, já nos metabolizadores rápidos como é o caso do genótipo AA, não apresentam tais efeitos colaterais severos.

Outro efeito colateral muito comum é a ansiedade com uso da cafeína, contudo é uma questão um pouco complicada de ser classificada hoje por conta do estresse cotidiano, uma piora da qualidade do sono e um padrão de vida mais agitado principalmente em atletas.

Sendo assim, Guest e colaboradores, 2021 trazem que há uma variação comum nos genes ADORA2A que contribuem para a sensação de ansiedade, onde essa ansiedade está diretamente ligada com a performance esportiva, onde a ansiedade pode piorar noites de sono, impactar de forma negativa nas interações sociais e como desfecho piorar o rendimento durante um treino ou competições.

Um ponto muito importante que deve ser correlacionado com o consumo crônico de cafeína ou consumo de altas doses é a piora da qualidade do sono, sendo esse uma variável muito importante para atletas de alto rendimento, dessa forma o sono é visto em diversos estudos como fundamental para uma exímia performance. No estudo de Hanson, 2017 foi visto que noites ruim de sono de forma crônica foram associadas com alterações negativas no metabolismo da glicose, alterações em funções neuroendócrinas, aumento de apetite, redução da síntese proteica muscular, piora de processos cognitivos como atenção e memória.

Além disso, em estudo feito por Mora-Rodrigues em 2015, dividiu 2 grupos de indivíduos, sendo que um grupo consumiria cafeína pela manhã e outro grupo consumiria a cafeína próximo ao período noturno (18:00 horas) o grupo que consumiu cafeína pela manhã apenas 1 participante relatou insônia, já o grupo que consumiu cafeína no período noturno 6 participantes relataram insônia, ela correlacionou esses efeitos em relação a insônia com a meia vida da cafeína e com os genes ADORA2A.

Alguns outros efeitos colaterais relatados na literatura mas que não são tão comuns assim é a incidência de infarto agudo do miocárdio, palpitações cardíacas e taquicardia, sendo que esses efeitos severos são vistos em casos mais isolados mas com uso de altas doses (>9mg/kg) onde os efeitos colaterais segundo Spriet LL, 2014, são doses dependentes, ou seja, quanto maior a dose maiores as incidências de efeitos colaterais.

#### 3.3.2 Beta-Alanina

Beta-Alanina é um suplemento muito seguro, onde existem poucos efeitos colaterais relatados em bons estudos, um efeito colateral muito comum visto em bons estudos é a parestesia, onde normalmente o consumo de 800 mg ou mais já causa

tal desfecho negativo. O efeito de parestesia normalmente é atenuado após cerca de 60 a 90 minutos do consumo, onde normalmente essa percepção do efeito colateral acontece principalmente na face, pescoço, mãos e costas.

Um efeito colateral secundário visto com uso da suplementação de beta-alanina foi a redução das concentrações de taurina, mas esse efeito foi visto em estudos com animais como no estudo de García-Ayuso D e colaboradores em 2019 onde eles dividiram os animais em 2 grupos, 1 consumindo água com beta-alanina e outro somente água e viram uma depleção significativa dos níveis de taurina plasmáticos.

Temos estudos que investigaram outros biomarcadores antes e depois da suplementação incluindo nesse caso, marcadores musculares, renais, função hepática, variações hematológicas e nenhum indivíduo reportou alterações significativas em nenhum desses marcadores com a suplementação de beta alanina, segundo Eimear Dolan, 2019.

Uma revisão feita por Trexler e colaboradores, 2015 viram uma pequena alteração de TGP e um leve aumento de sódio e os autores acreditam que esse leve aumento do TGP seja resultado das variações interindividuais e do aumento do volume de treinamento, onde a atividade física tem um bom potencial aumento nas concentrações de transaminases.

Sobre os efeitos colaterais relatados em humanos existem pouquíssimos dados, mostrando que a beta-alanina é um suplemento super seguro e com bom nível de evidência científica, onde os pesquisadores em diversas meta-análises trazem que o único efeito colateral visto de forma recorrente é a parestesia e que ela pode ser um incômodo para os consumidores do suplemento principalmente em dias que não treinam. Sendo assim, um estudo de Décombaz J, 2012 sugeriu que para redução desse efeito negativo seria interessante fracionar a dose de consumo diário.

### 3.3.3 Creatina

A creatina é um dos suplementos mais famosos e utilizados no mundo, quando feita análise do corpo de evidências são datados mais de 1.000 de estudos, sendo o único efeito colateral bem relatado na literatura o ganho de peso, segundo Kreider R. B., 2017.

Sendo assim temos diversos estudos com doses variadas em 0,3 até 0,5 g/kg com durações chegando até 5 anos onde não são vistos efeitos adversos em diversos sistemas do organismo, mostrando assim uma alta segurança do uso da creatina.

Muitos indivíduos escrevem relatos em blogs, relatos de casos na literatura científica com falácias e relatos sem nenhum controle metodológico, afirmando que a creatina causa lesões musculares, desidratação, câibras, distúrbios gastrointestinais e disfunção renal. Então, o objetivo deste tópico é desmistificar essas falsas informações.

No que diz respeito a função renal, Silva e colaboradores em 2019, fizeram uma revisão sistemática e meta-análise avaliando 21 estudos que correlacionam a creatina com a função renal e o resultado visto por eles após o compilado de evidências foi que a creatina não eleva a creatinina sérica de forma significativa e que a suplementação de creatina não gera lesões renais em diversos tipos de protocolos com duração e doses diferentes.

Um outro estudo, conduzido por Vega e Huidobro em 2019, mostrou que a suplementação de creatina gerou confusões em alguns parâmetros de diagnóstico de lesões renais, pelo fato da suplementação de creatina aumentar os níveis de creatinina e os laboratórios não levarem em conta isso, sendo assim eles trazem em sua revisão que o paciente deve ser orientado por um médico e que deve ter um cuidado minucioso na avaliação desse exame para não fazer com que o paciente tenha abalos emocionais ou gaste recursos financeiros desnecessários em uma patologia não existente.

Sobre o quesito de desidratação e câibras, isso surgiu com base no mecanismo de atuação da creatina, onde a creatina tem um papel osmótico puxando líquido para a parte interna do músculo sugerindo assim um desbalanço eletrolítico, esse equívoco surgiu com base em relatos de casos de alguns atletas. Contudo, segundo Antonio, J e colaboradores, 2021 onde esses fizeram uma revisão dos mitos e possíveis colaterais sobre o uso da creatina e viram que as evidências atuais não trazem esses efeitos com a suplementação de creatina.

Sobre os distúrbios gastrointestinais, a creatina não apresenta efeitos negativos sobre o trato gastrointestinal, inclusive ela pode apresentar melhoras. Segundo Glover LE e colaboradores, 2013 a suplementação de creatina melhorou marcadores inflamatórios relacionados com colite e os achados visto nesse estudo demonstrou que a creatina teria uma função energética em relação aos enterócitos mostrando que a creatina pode até ter uma função relevante em relação a barreira intestinal.

Portanto, pôde-se verificar que a creatina é um dos suplementos com mais estudos no âmbito esportivo e nutricional como um todo, mostrando boas evidências de que o consumo crônico ou agudo em altas ou baixas doses não causa efeitos deletérios sobre a saúde, reiterando assim o conceito de que o consumo é seguro para os mais variados públicos, sendo que existem estudos conduzidos em pacientes com patologias associadas e pacientes muito jovens como crianças e adolescentes. Com base na revisão acima, concluímos que a creatina é sim o suplemento mais seguro e seus efeitos são muito bem descritos na literatura.

### **3.3.4 Carboidratos**

A suplementação de carboidratos é bem segura e possui alto nível de comprovação científica, sendo assim analisando boas evidências, os colaterais relatados com uso da suplementação de carboidratos é visto apenas como dois bem documentados na literatura, sendo esses: Desconfortos sobre os sistema gastrointestinal e hipoglicemia reativa.

A hipoglicemia reativa é vista em alguns estudos onde os atletas consumiram uma quantidade muito grande de carboidratos logo antes do treino e tiveram o efeito contrário esperado com a suplementação, ou seja, tiveram sonolência, letargia, dificuldade de concentração, Kondo S e colaboradores, 2019 submetem 16 indivíduos a um alto consumo de carboidrato (150 g de glicose) cerca de 30 a 45 minutos antes de um ciclo ergométrico com 75% da capacidade máxima e viram que 7 indivíduos apresentaram uma hipoglicemia reativa e os autores destacam que isso pode acontecer naqueles indivíduos que apresentaram níveis maiores de insulina antes do exercício, resultando assim na hipoglicemia de rebote.

Sobre os desconfortos no sistema gastrointestinal isso é mais comum com aportes muito elevados de carboidratos na tentativa de ressíntese rápida de glicogênio onde isso pode gerar uma sobrecarga do SGLT1, um transportador symporter de glicose e sódio, onde uma ingestão muito elevada de carboidratos causa uma sobrecarga desses transportadores gerando assim flatulências e desconfortos intestinais que podem afetar diretamente a performance durante a atividade física, (Kerksisck, 2017).

Então a suplementação de carboidratos é segura e a atenção primordial deve ser na quantidade de carboidratos, sendo o fator principal para um bom rendimento a assertividade na quantidade que será fornecida ao atleta a fim de evitar qualquer desconforto gastrointestinal e uma possível hipoglicemia reativa, onde com esses efeitos o atleta teria uma redução significativa da performance esportiva.

## **4. O Aumento da Prevalência do uso de Recursos Ergogênicos**

Com aumento da globalização e maior disseminação de informações, atletas, treinadores, praticantes recreativos de atividade física e pessoas que só almejam uma melhora do aspecto físico tiveram acesso às mais variadas informações acerca do uso de suplementos alimentares e seus benefícios e riscos.

O consumo de suplementos alimentares tem crescido cada vez mais, sendo os atletas de elite e os praticantes de musculação os que mais usam com intenção do aumento da performance durante os treinos e melhora do aspecto físico (Biesek, 2015).

É notório que com o avanço do fisiculturismo e ascensão de corpos incríveis por parte de alguns atletas tenham surgido objetivos cada vez mais específicos por parte da população para alcance desses corpos extremamente difíceis de serem conquistados, onde a maior parte do público que busca isso são jovens e adolescentes, contudo, com a falta de paciência e às

vezes até uma rotina conturbada acabam recorrendo ao uso de substâncias ergogênicas duvidosas ou até mesmo meios cirúrgicos para alcance desse físico dos sonhos (Milani, 2014).

Atualmente é notório que com a ascensão das redes sociais, todos desejam diversos seguidores, muitos likes em suas fotos e atenção constante voltada diretamente para seu perfil na internet. Segundo Voges e colaboradores, 2019 mulheres e homens apresentam muitas insatisfações com sua imagem corporal, o que motiva-os a buscar saídas mais fáceis em busca do seu almejado físico. Contudo, os homens parecem demonstrar um maior conforto com o próprio aspecto físico onde eles se consideram mais atraentes e com um bom aspecto físico. Nesse estudo foi feita também uma análise para investigação de como seria a busca de ambos os gêneros na hora da escolha de um parceiro (a) e foi constatado que as mulheres se preocupam menos com a aparência física de seus cônjuges, em contrapartida os homens tiveram uma preocupação muito maior.

Um outro estudo recente conduzido por (Moraes, 2017) viu que esse físico idealizado por influencers e toda a grande mídia leva muitas pessoas a terem uma insatisfação com o próprio corpo motivando assim as pessoas a buscarem cada vez mais dietas extremamente restritivas e o uso de diversos recursos ergogênicos, incluindo esteroides anabolizantes e medicamentos de procedência relativamente duvidosa apenas para alcançar um padrão de corpo estruturado pelo modelo cultural vigente.

Sendo assim, um estudo transversal realizado na Arábia Saudita conduzido por Jawadi e colaboradores, 2017 fizeram um questionário em algumas academias para análise da prevalência de uso de suplementos que visam o aumento da performance e melhora da estética corporal, dos 299 participantes que responderam o questionário, 115 faziam uso de suplementos sendo a maior parte do público de usuários do sexo masculino e cerca de 41% deles faziam uso com aumento de desempenho esportivo e melhora da composição corporal.

Portanto, podemos concluir que o uso de suplementos está cada vez maior e devemos ficar atento com seus riscos e benefícios a fim de mitigar os efeitos colaterais por trás do uso indevido.

## 5. Considerações Finais

Considera-se de suma importância a análise crítica sobre a maioria dos estudos de suplementação dessas substâncias, haja vista que possuem um número relativamente baixo de indivíduos estudados, sendo necessário uma maior avaliação em diferentes populações submetidas à intervenção, sendo importante também, a submissão à maiores tempos, trazendo assim, a possibilidade de averiguar os riscos e os efeitos de forma crônica, ou seja, à longo prazo.

Na literatura científica é descrito o potencial ergogênico dos compostos citados acima, sendo todos nível A em evidência científica. Análises mais recentes devem ser estabelecidas a fim de sanar algumas lacunas deixadas por pesquisas mais antigas e com metodologias um pouco falhas.

Outro aspecto importante que deve ser abordado em futuras pesquisas é a questão de estudos serem feitos com atletas de alto nível competitivo, onde a maioria dos estudos atuais disponíveis são feitos com atletas recreativos ou de nível amador, sendo pesquisas feitas com atletas de alto nível teríamos mais dados disponíveis para uma prescrição desses suplementos supracitados de forma mais assertiva.

Sendo assim, torna-se essencial o entendimento que o nutricionista é o profissional sobre qual considera-se capaz de promover a saúde por meio da prescrição dietética de suplementos esportivos, mantendo a aplicabilidade correta analisada por meio da individualidade e características pessoais de cada atleta.

Os autores desta presente revisão bibliográfica narrativa sugerem que devemos ter mais estudos a respeito de colaterais a respeito da suplementação de Beta-Alanina e Carboidratos, onde o primeiro a maior incidência de estudos analisando colaterais tinham como público estudado animais e a segunda apresentava uma grande variedade em relação à dose resposta devido às variações no transportador de glicose symporter SGLT-1.

## Referências

- Aguiar, A. F., Januário, R. S. B., Junior, R. P., Gerage, A. M., Pina, F. L. C., do Nascimento, M. A., Padovani, C. R., & Cyrino, E. S. (2013). Long-term creatine supplementation improves muscular performance during resistance training in older women. *European Journal of Applied Physiology*, 113(4), 987–996.
- Antonio, J., Candow, D. G., Forbes, S. C., Gualano, B., Jagim, A. R., Kreider, R. B., Rawson, E. S., Smith-Ryan, A. E., VanDusseldorp, T. A., Willoughby, D. S., & Ziegenfuss, T. N. (2021). Common questions and misconceptions about creatine supplementation: What does the scientific evidence really show? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 13.
- Barahona-Fuentes, G., Huerta Ojeda, Á., & Chiroso-Ríos, L. (2021). Effects of training with different modes of strength intervention on psychosocial disorders in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9477.
- Smith, N. P., Barclay, C. J., & Loiselle, D. S. (2005). The efficiency of muscle contraction. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 88(1), 1–58.
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D. M., Arent, S. M., Antonio, J., Stout, J. R., Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Goldstein, E. R., Kalman, D. S., & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: Caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1.
- Cholewa, J. M., Newmire, D. E., & Zanchi, N. E. (2019). Carbohydrate restriction: Friend or foe of resistance-based exercise performance? *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 60, 136–146.
- Cholewa, J., Trexler, E., Lima-Soares, F., de Araújo Pessôa, K., Sousa-Silva, R., Santos, A. M., Zhi, X., Nicastro, H., Cabido, C. E. T., de Freitas, M. C., Rossi, F., & Zanchi, N. E. (2019). Effects of dietary sports supplements on metabolite accumulation, vasodilation and cellular swelling in relation to muscle hypertrophy: A focus on “secondary” physiological determinants. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 60, 241–251.
- Cribb, P. J., Williams, A. D., & Hayes, A. (2007). A creatine-protein-carbohydrate supplement enhances responses to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 1960–1968.
- Décombaz, J., Beaumont, M., Vuichoud, J., Bouisset, F., & Stellingwerff, T. (2012). Effect of slow-release  $\beta$ -alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia. *Amino Acids*, 43(1), 67–76.
- Del Coso, J., Muñoz-Fernández, V. E., Muñoz, G., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., Hamouti, N., Barbero, J. C., & Muñoz-Guerra, J. (2012). Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. *PLoS One*, 7(2), e31380.
- Del Coso, J., Pérez-López, A., Abian-Vicen, J., Salinero, J. J., Lara, B., & Valadés, D. (2014). Enhancing physical performance in male volleyball players with a caffeine-containing energy drink. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 1013–1018.
- Del Coso, J., Portillo, J., Salinero, J. J., Lara, B., Abian-Vicen, J., & Areces, F. (2016). Caffeinated energy drinks improve high-speed running in elite field hockey players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(1), 26–32.
- Foskett, A., Ali, A., & Gant, N. (2009). Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19(4), 410–423.
- Foster, C., Costill, D. L., & Fink, W. J. (1979). Effects of preexercise feedings on endurance performance. *Medicine and Science in Sports*, 11(1), 1–5.
- Frączek, B., Warzecha, M., Tyrała, F., & Pięta, A. (2016). Prevalence of the use of effective ergogenic aids among professional athletes. *Roczniki Panstwowego Zakładu Higieny*, 67(3), 271–278.
- García-Ayuso, D., Di Pierdomenico, J., Valiente-Soriano, F. J., Martínez-Vacas, A., Agudo-Barriuso, M., Vidal-Sanz, M., Picaud, S., & Villegas-Pérez, M. P. (2019). B-alanine supplementation induces taurine depletion and causes alterations of the retinal nerve fiber layer and axonal transport by retinal ganglion cells. *Experimental Eye Research*, 188, 107781.
- Glover, L. E., Bowers, B. E., Saeedi, B., Ehrentauf, S. F., Campbell, E. L., Bayless, A. J., Dobrinskikh, E., Kendrick, A. A., Kelly, C. J., Burgess, A., Miller, L., Kominsky, D. J., Jedlicka, P., & Colgan, S. P. (2013). Control of creatine metabolism by HIF is an endogenous mechanism of barrier regulation in colitis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(49), 19820–19825.
- Grgic, J., Pickering, C., Bishop, D. J., Schoenfeld, B. J., Mikulic, P., & Pedisic, Z. (2020). CYP1A2 genotype and acute effects of caffeine on resistance exercise, jumping, and sprinting performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 21.
- Gualano, B., DE Salles Pannelli, V., Roschel, H., Artioli, G. G., Neves, M., De Sá Pinto, A. L., Da Silva, M. E. R., Cunha, M. R., Otaduy, M. C. G., Leite, C. D. C., Ferreira, J. C., Pereira, R. M., Brum, P. C., Bonfá, E., & Lancha, A. H. (2011). Creatine in type 2 diabetes: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(5), 770–778.
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D. M., Arent, S. M., Antonio, J., Stout, J. R., Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Goldstein, E. R., Kalman, D. S., & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: Caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1.
- Halson, S. L., & Juliff, L. E. (2017). Sleep, sport, and the brain. *Progress in Brain Research*, 234, 13–31.
- Hattori, N., Hayashi, T., Nakachi, K., Ichikawa, H., Goto, C., Tokudome, Y., Kuriki, K., Hoshino, H., Shibata, K., Yamada, N., Tokudome, M., Suzuki, S., Nagaya, T., Kobayashi, M., & Tokudome, S. (2009). Changes of ROS during a two-day ultra-marathon race. *International Journal of Sports Medicine*, 30(6), 426–429.
- Hill, C. A., Harris, R. C., Kim, H. J., Harris, B. D., Sale, C., Boobis, L. H., Kim, C. K., & Wise, J. A. (2007). Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high intensity cycling capacity. *Amino Acids*, 32(2), 225–233.

Jawadi, A. H., Addar, A. M., Alazzam, A. S., Alrabieah, F. O., Al Alsheikh, A. S., Amer, R. R., Aldrees, A. A. S., Al Turki, M. A., Osman, A. K., & Badri, M. (2017). Prevalence of dietary supplements use among gymnasium users. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2017, 9219361.

Kerksick, C. M., Arent, S., Schoenfeld, B. J., Stout, J. R., Campbell, B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Kalman, D., Smith-Ryan, A. E., Kreider, R. B., Willoughby, D., Arciero, P. J., VanDusseldorp, T. A., Ormsbee, M. J., Wildman, R., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Aragon, A. A., & Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 33.

Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: Research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 38.

KONDO, S., TANISAWA, K., SUZUKI, K., TERADA, S., & HIGUCHI, M. (2019). Preexercise carbohydrate ingestion and transient hypoglycemia: Fasting versus feeding. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 168–173.

Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 18.

Kreider, R. B., Melton, C., Rasmussen, C. J., Greenwood, M., Lancaster, S., Cantler, E. C., Milnor, P., & Almada, A. L. (2003). Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 244(1–2), 95–104.

Lara, B., Ruiz-Vicente, D., Areces, F., Abián-Vicén, J., Salinero, J. J., Gonzalez-Millán, C., Gallo-Salazar, C., & Del Coso, J. (2015). Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. *The British Journal of Nutrition*, 114(6), 908–914.

Mielgo-Ayuso, J., Calleja-Gonzalez, J., Marqués-Jiménez, D., Caballero-García, A., Córdova, A., & Fernández-Lázaro, D. (2019). Effects of creatine supplementation on athletic performance in soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 11(4), E757

Milani, V. C., Teixeira, E. L., & Marquez, T. B. (2014). Fatores associados ao consumo de suplementos nutricionais em frequentadores de academias de ginástica da cidade de Nova Odessa. *RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, 8(46).

MOLINA, Patrícia E. *Fisiologia Endócrina-5*. McGraw Hill Brasil, 2021

Mora-Rodríguez, R., Pallarés, J. G., López-Gullón, J. M., López-Samanes, Á., Fernández-Eliás, V. E., & Ortega, J. F. (2015). Improvements on neuromuscular performance with caffeine ingestion depend on the time-of-day. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(3), 338–342.

Moraes, A. P. de. (2017). *Relação da percepção e insatisfação da imagem corporal com o perfil nutricional de mulheres que frequentam uma academia em Santa Cruz do Sul, RS*.

Portillo, J., Del Coso, J., & Abián-Vicén, J. (2017). Effects of caffeine ingestion on skill performance during an international female rugby sevens competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3351–3357.

Rodriguez, C. C., Camargo, E. M. de, Rodriguez-Añez, C. R., & Reis, R. S. (2020). Physical activity, physical fitness and academic achievement in adolescents: A systematic review. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 26, 441–448.

Ryan, E. J., Kim, C.-H., Fickes, E. J., Williamson, M., Muller, M. D., Barkley, J. E., Gunstad, J., & Glickman, E. L. (2013). Caffeine gum and cycling performance: A timing study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 259–264.

Saunders, B., Elliott-Sale, K., Artioli, G. G., Swinton, P. A., Dolan, E., Roschel, H., Sale, C., & Gualano, B. (2017). B-alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(8), 658–669.

Shen, J. G., Brooks, M. B., Cincotta, J., & Manjourides, J. D. (2019). Establishing a relationship between the effect of caffeine and duration of endurance athletic time trial events: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(2), 232–238.

Silva, A., Pertille, A., Reis Barbosa, C. G., Aparecida de Oliveira Silva, J., de Jesus, D. V., Ribeiro, A. G. S. V., Baganha, R. J., & de Oliveira, J. J. (2019). Effects of creatine supplementation on renal function: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Renal Nutrition*, 29(6), 480–489.

Spriet, L. L. (2014). Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, 44(Suppl 2), 175–184.

Sundberg, C. W., & Fitts, R. H. (2019). Bioenergetic basis of skeletal muscle fatigue. *Current Opinion in Physiology*, 10, 118–127.

Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Wilborn, C. D., Sale, C., Kreider, R. B., Jäger, R., Earnest, C. P., Bannock, L., Campbell, B., Kalman, D., Ziegenfuss, T. N., & Antonio, J. (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 30.

Vega, J., & Huidobro E, J. P. (2019). [Effects of creatine supplementation on renal function]. *Revista Medica De Chile*, 147(5), 628–633.

Voges, M. M., Giabboni, C.-M., Schöne, B., Waldorf, M., Hartmann, A. S., & Vocks, S. (2019). Gender differences in body evaluation: Do men show more self-serving double standards than women? *Frontiers in Psychology*, 10.

Zajac, A., Chalimoniuk, M., Maszczyk, A., Gołaś, A., & Lngfort, J. (2015). Central and peripheral fatigue during resistance exercise—A critical review. *Journal of Human Kinetics*, 49, 159–169.