

EVIDÊNCIAS E BENEFÍCIOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE GLUTAMINA E DOS AMINOÁCIDOS DE CADEIA RAMIFICADA/BCAAs PARA A MEDICINA ESPORTIVA E SAÚDE HUMANA: UM ESTUDO DE REVISÃO DA LITERATURA

EVIDENCE AND BENEFITS OF GLUTAMINE AND BRANCHED-CHAIN AMINO ACIDS/BCAA SUPPLEMENTATION FOR SPORTS MEDICINE AND HUMAN HEALTH: A LITERATURE REVIEW STUDY

Anita Rachel Silva Pimentel¹ Elberth Henrique Miranda Teixeira¹ João Victor da Silva Cardoso¹ Kauê Souza Carvalho¹ Adriane Vinhote Moraes Viana¹ Samara Andrea da Costa Fonseca¹ Patrícia Ferreira Borges Peixoto¹ Ozanildo Vilaça do Nascimento²

1-Acadêmicos do curso de Medicina da Universidade Federal do Amazonas

2- Professor Doutor responsável pela disciplina Nutrição Aplicada à Educação Física da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal do Amazonas.

RESUMO

A presente pesquisa foi um estudo descritivo exploratório de uma amostra (BCAAs) para a medicina esportiva e para a saúde humana, publicada no período de 2002 à 2022. A opção em utilizar este período justificou-se pelo fato de que na última década o uso indiscriminado de tais suplementos pela população de um modo geral atingiu proporções inimagináveis de consumo. Após pesquisa nos bancos de dados 60 artigos foram selecionados, tendo como critério de inclusão os principais benefícios e vantagens na sua utilização. Concluiu-se com esta revisão que várias são as vantagens e benefícios da glutamina e do BCAAs no que concerne à medicina esportiva e à saúde humana, entretanto muitos dos estudos realizados carecem de maiores evidências e rigor na proposta metodológica.

PALAVRAS-CHAVE: Glutamina, BCAA, Medicina Esportiva, Saúde Humana.

ABSTRACT

The present research was a descriptive exploratory study of a sample of scientific production on the benefits of glutamine and branched-chain amino acids (BCAA) for sports medicine and human health, published from 2002 to 2022. The option to use this period was justified by the fact that in the last decade the indiscriminate use of such supplements by the population in general reached unimaginable proportions of consumption. After searching the databases 60 articles were selected, using as inclusion criteria the main benefits and advantages in their use.

This review concluded that there are several advantages and benefits of glutamine and BCAA for sports medicine and human health, however, many of the studies lack greater evidence and rigor in the methodological proposal.

KEY WORDS: Glutamine, BCAA, Sports Medicine, Human Health

1. INTRODUÇÃO

A procura por exercícios físicos é uma forma de manter ou melhorar a saúde. Visto que sua prática pode reduzir o risco de hipertensão arterial, doenças cardíacas, diabetes mellitus tipo 2, de câncer, podendo aumentar a imunidade, reduzir a ansiedade e minimizar os riscos de depressão (OLIVEIRA 2006; SINGLETON e WISCHMEYER, 2007; CHEIK et al., 2003)

Quando o exercício é realizado de forma intensa, o praticante ou atleta pode entrar em fadiga muscular devido ao estresse oxidativo ou a falta de energia. Uma das estratégias utilizadas para reverter esse quadro seria a utilização de suplementos alimentares (AMORIM; TIRAPEGUI, 2008).

É importante destacar que a forma como o exercício é realizado existe um profundo efeito sobre o crescimento muscular, ocorrendo somente quando a síntese excede a degradação protéica muscular.

A suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada denominados de BCAAs (leucina, valina, isoleucina (branched-chain amino acids) tem sido proposta com o objetivo de reduzir a perda proteica, aumentar o rendimento e retardar a fadiga.

Além disso, quando uma dieta adequada, a suplementação com os BCAAs demonstra uma melhora no rendimento e na performance de atletas que executam exercícios de alta intensidade e/ou de endurance, colaborando com a diminuição da fadiga (Dos Santos et al., 2021).

Pesquisa realizada por Vieira e Biesek (2015) em praticantes de artes marciais na cidade de Curitiba, identificaram que aproximadamente 63,6% desses atletas utilizavam os BCAAs para melhorar o rendimento.

Geralmente o BCAAs são ingeridos em combinação com a ingestão de carboidratos, logo após o exercício, para favorecer o aumento de massa muscular (CARVALHO, 2003).

Além disso, a leucina tem um papel central no processo metabólico molecular da síntese e degradação de proteínas na fibra muscular (WERUTSKY, 2013).

Entretanto, esse efeito, em humanos, além de discordante, só é observado em situações de estresse acentuado no qual a proteólise está muito aumentada (CARVALHO, 2003). Cabe destacar que a RDC n.º 18/2010, que regulamenta os alimentos para atletas, refere-se a suplementos protéicos como produtos que devem conter, no mínimo, 50% do valor energético total proveniente de proteínas, para os BCAAs (aminoácidos de cadeia ramificada) acima de 0,9 na sua composição, e com 10 gramas de proteínas por porção, no mínimo (WERUTSKY, 2013).

A glutamina é o aminoácido livre mais abundante no plasma e tecido muscular é utilizado em altas concentrações por células de divisão rápida, para fornecer energia e favorecer a síntese de aminoácidos, nucleotídeos e ácidos nucléicos (KHORSHIDI-HOSSEINI E NAKHOSTIN-ROOHI 2013).

Alguns trabalhos indicam uma redução nas concentrações plasmática e tecidual durante e após exercícios de alta intensidade e de endurance, devido aos níveis elevados de cortisol, o qual incrementa o efluxo de glutamina muscular e sua captação hepática, ou pela adição da concentração sanguínea de lactato, beneficiando maior absorção da glutamina pelos rins (NISSEN et al, 1996; SCHÖLER e KRAUSE, 1996)

Torna-se fundamental destacar que, como as evidências científicas e médicas esclareçam sobre a eficácia e a segurança dos suplementos dietéticos.

Assim o propósito desta revisão será analisar uma amostra da produção científica acerca dos principais benefícios da suplementação dos aminoácidos de cadeia ramificada e da glutamina para a saúde humana e performance de praticantes de exercícios físicos.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa é um estudo descritivo exploratório de uma amostra da produção científica sobre os benefícios dos suplementos proteicos com BCAAs e da glutamina para a saúde humana e performance em praticantes de exercícios físicos, rastreados por publicados nos últimos 20 anos.

2.1. Estratégia de busca para identificação dos artigos

O material de estudo foi constituído de artigos oriundos do acervo da Biblioteca da Universidade Federal do Amazonas, como revistas/periódicos, livros, dissertações e de artigos científicos das bases de dados SCIELO, MEDLINE, LILACS, PERIODICOS CAPES, BIREME, EMBASE, AMED, OMS, IBECS e outros que complementaram o estudo proposto.

Foram utilizadas as seguintes palavras chaves em português: Glutamina, BCAAs, Medicina Esportiva, Saúde Humana, Benefícios e seus descritores em inglês. Após a pesquisa no banco de dados foram retirados 60 artigos, sendo 30 artigos para o embasamento teórico da utilização e benefícios dos BCAAs e 30 artigos para o embasamento teórico da utilização e benefício da Glutamina.

2.2. Critérios de inclusão e exclusão

- a) Quais os principais benefícios citados nos trabalhos analisados;
- b) Buscar a ótica dos autores sobre a temática;
- c) Assim os principais dados foram apresentados em forma de gráficos utilizando estatística descritiva simples e logo em seguida analisados e discutidos segundo a literatura.

Foram excluídos os artigos que não se enquadram na temática proposta.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As publicações exploradas nesta revisão são em sua grande maioria são estudos qualitativos descritivos oferecendo um embasamento teórico sobre os principais benefícios dos suplementos proteicos selecionados para este estudo.

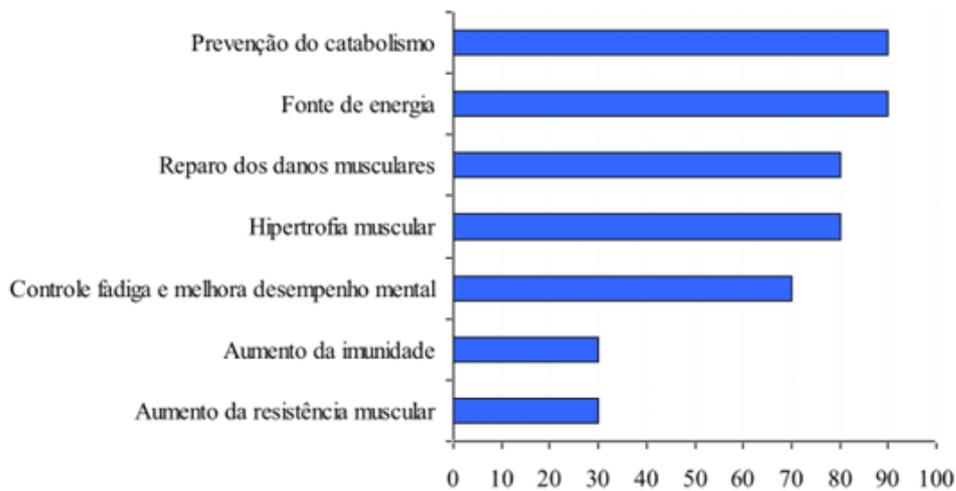
Vale ressaltar que para cada suplemento alimentar proteico estudado nesta revisão foram selecionados os 30 trabalhos científicos mais relevantes, sendo que grande maioria foi publicado na língua inglesa e por estudiosos norte-americanos, sendo possível diagnosticar uma escassez de trabalhos produzidos por pesquisadores brasileiros.

É importante destacar que alguns dos artigos analisados não apresentaram de forma clara o tipo de pesquisa realizada, limitando de certa forma a análise completa deste aspecto, na totalidade das publicações.

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, optou-se por apontar e discutir os principais benefícios dos aminoácidos de cadeia ramificada (gráfico 1) e da glutamina (gráfico 2) através de artigos selecionados com maior relevância.

Por último, estes dados serão apresentados utilizando-se da estatística descritiva simples para na sequência proceder à análise com embasamento no referencial teórico utilizado no presente estudo.

Gráfico 1: BCAAs – Potentes aliados da Saúde Humana e da Prática Esportiva



Distribuição % dos principais benefícios dos BCAAs, segundo análise de 30 artigos científicos.

Conforme o Gráfico 1, em uma análise de 30 trabalhos acerca dos BCAAs, podemos observar que os principais benefícios citados por estes estudos foram: 27 (90%) sinalizaram os BCAAs como fonte de energia durante o período de estresse metabólico, sendo que este mesmo número de trabalhos discutiram como esse aminoácido é capaz de prevenir o catabolismo muscular. Dos aminoácidos que podem ser oxidados gerando energia para ser utilizado pelo músculo esquelético estão os BCAAs (leucina, isoleucina e valina) (GONÇALVES, 2013).

Neste caso, a produção de energia é realizada por metabólicas indiretas como o glutamato e a alanina. Nos exercícios aeróbios, com intensidade entre 40 e 70% do VO₂máx, os depósitos intramusculares de glutamato são reduzidos em cerca de 50% nos primeiros 10 minutos do início da contração muscular e mantém-se diminuídas até o final do exercício, mas, uma forma de manter a síntese de glutamato é através das concentrações e ingestão de BCAAs (COSTA et al., 2013). Outra forma de geração de energia pelos BCAAs é através do ciclo alanina-glicose. Estes dois mecanismos possibilitam que o metabolismo oxidativo

preservem e abasteçam os substratos para o ciclo de Krebs, com isso evitando o catabolismo muscular (MONIRUJJAMAN E FERDOUSE, 2014).

Evidências apontam que a ingestão oral de BCAAs têm efeitos anticatabólicos durante e após os exercícios nos seres humanos, os 24 artigos investigados (80%), indicando o aumento da síntese proteica e outros 24 (80%) com função no reparo dos danos musculares após o exercício.

Wolfe, (2017) cita que a grande vantagem de suplementar com BCAAs é a diferença entre a degradação e a síntese proteica muscular, neste caso, a síntese após a ingestão de BCAAs pode estar aumentada em cerca de 30%.

Após a ingestão de 6 g de BCAA em indivíduos idosos e de 30 g de leite feita pelo grupo controle, houve aumento nas taxas de síntese da proteína miofibrilar durante a fase inicial pós-prandial (0-2 h) no grupo suplementado com BCCAs quando comparado ao grupo controle (FUCHS et al., 2019). O alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR) é um importante sensor de nutrientes e energia na detecção e sinalização de proteínas no músculo esquelético.

O aminoácido leucina presente nos BCCAs juntamente com os hormônios insulina e IGF1, impulsionam as vias sinalizadoras da mTOR, aumentando a síntese proteica (NIE, et al., 2018). Além disso, a leucina, potencializa os efeitos anabólicos pela liberação da insulina durante e imediatamente após o exercícios (HIGASHIDA et al., 2020). Outro ponto que deve ser observado é o efeito benéfico da suplementação dos BCAAs na fadiga central precoce. Dos 21 (70%) dos artigos separados indicam ação deste aminoácido no controle da fadiga melhorando o desempenho mental e motor.

A literatura indica que os suplementos de BCAAs podem combater o fenômeno conhecido como fadiga central, com isso influenciando nos níveis de performance e desempenho físico em eventos de resistência.

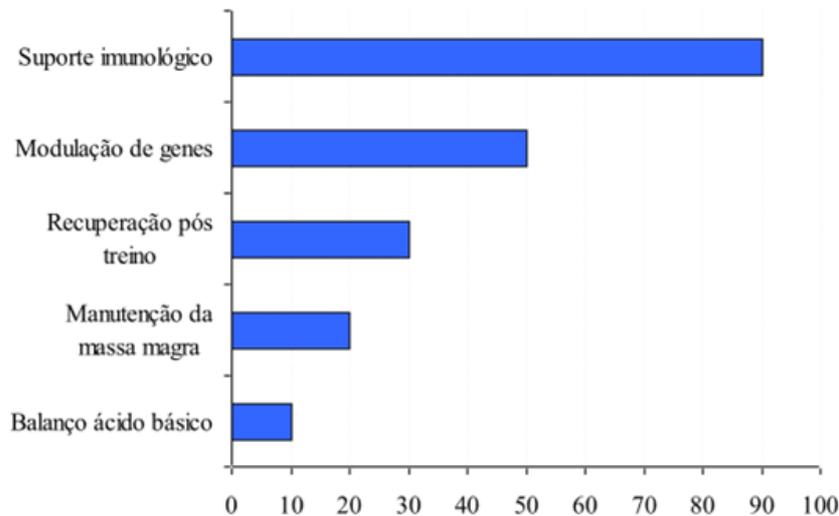
A hipótese da fadiga central propõe que níveis sanguíneos baixos de BCAAs podem agilizar a produção de serotonina no cérebro, com isso, gerando sinais de fadiga central precoce no SNS (TAMBALIS e ARNAOUTIS, 2022).

O triptofano, um aminoácido precursor da serotonina, neurotransmissor indicado como potencializador da fadiga central em atividades de endurance (CORDEIRO et al., 2017). Quando os níveis de BCAA no sangue encontram-se baixos o triptofano pode ser mais facilmente transportado para o cérebro elevando os níveis de serotonina. Entretanto, quando os níveis de BCAA no sangue estão elevados existe uma dificuldade no transporte do triptofano para o cérebro (ZHANG et al., 2018).

Cabe destacar que no exercício de alta intensidade ou de endurance podem ocasionar alterações na função imune, pela baixa dos níveis de glutamina, mas a utilização de BCAAs pode aumentar a imunidade celular, o que foi relatado nos 9 (30%) artigos separados. Parece haver ainda uma relação entre a redução das concentrações plasmáticas de glutamina e maior susceptibilidade a infecções em atletas. Uma alternativa para se aumentar as concentrações de glutamina é a suplementação de BCAAs, que atua como substrato para a síntese de glutamina (HOLECET et al., 2017). Portanto, a ingestão de BCAAs estaria relacionado a manutenção dos níveis de glutamina pós-exercício, posto que, esse aminoácido estaria envolvido na redução da imunossupressão, verificada após a finalização do exercício. Entretanto, a conexão entre a diminuição da glutamina plasmática e a imunossupressão não está totalmente esclarecida.

O consumo recomendado de proteínas para os atletas varia (1,2 a 1,9 g/kg/dia e até ~2 g/kg/dia) não parece ser danoso. Portanto, ingestão aguda de BCAAs em doses de 10-30 g/dia não parece ter um efeito prejudicial, até o determinado momento não houve relatos que a suplementação de BCAAs prejudica a saúde dos atletas (TAMBALIS E ARNAOUTIS, 2022). O que deve ter atenção que a ingestão crônica de proteínas pode prejudicar a performance, devido ao aumento da produção de amônia pelo músculo exercitado (WERUTSKY, 2013)

Gráfico 2: Glutamina e suas inúmeras aplicações



Distribuição % dos principais benefícios da Glutamina, segundo análise de 30 artigos científicos.

Os dados apresentados no Gráfico 2, sobre os principais benefícios da glutamina averiguados numa amostra de 30 trabalhos científicos, foram que 27 (90%) dos trabalhos citam o uso deste suplemento alimentar no suporte imunológico, 15 (50%) abordaram sua aplicação na modulação de genes relacionados à síntese e degradação de proteínas, 9 (30%) discutiram que a glutamina acelera a recuperação após exercícios intensos, 6 (20%) demonstraram seu uso na manutenção da massa magra e redução do catabolismo muscular e por último somente 3 (10%) apontaram o balanço ácido-básico do organismo humano como uma das principais funções da glutamina.

A glutamina é um dos suplementos alimentares mais vendidos no mundo, entretanto torna-se de fundamental importância destacar que grande parte dos artigos demonstraram seus benefícios quando aplicado a pacientes críticos e ou submetidos a procedimentos cirúrgicos.

Entretanto, os benefícios e a utilização da glutamina por atletas e praticantes de atividade física na literatura disponível carecem de maiores investigações científicas.

A glutamina é o aminoácido livre mais abundante no plasma e no tecido muscular, perfazendo aproximadamente 80% deste depósito o que equivale a 30 vezes à concentração plasmática (NAGASHIMA et al., 2013)

Como o organismo pode sintetizar glutamina, esta é considerada um aminoácido dispensável ou não essencial entretanto, essa afirmação tem sido questionada, pois em níveis elevados de estresse como o exercício físico, a síntese de glutamina não supre a exigência imposta pelo organismo (AHMADI et al., 2019).

A proliferação e desenvolvimento de células, em especial do sistema imune, o balanço ácido-básico, o deslocamento da amônia entre tecidos, a utilização dos esqueletos de carbono como fonte de energia, modulação da expressão de genes referentes a síntese e degradação de proteínas, intensificação de vias sinalizadoras da apoptose celular estão entre as funções da glutamina mais estudados (COQUEIRO et al., 2019).

Além disso, pesquisas indicam que a suplementação de glutamina estimula a imunidade como consequência, elevando os níveis de massa muscular, diminuindo o catabolismo protéico pós-estresse ocasionado pelo exercício físico intenso acelerando a recuperação (COQUEIRO et al., 2019).

Segundo Koo et al. (2014) o estresse ocasionado pelo exercício de alta intensidade promove uma queda dos níveis plasmáticos de glutamina contribuindo para a síndrome do overtraining, assim como para a imunossupressão transitória elevando o aumento dos riscos de infecção entre os atletas.

Nesta condição a demanda corporal de glutamina do atleta pode se tornar condicionalmente essencial, desta forma, o organismo não consegue fabricar os níveis apropriados de glutamina, uma suplementação passa a se tornar necessária para controlar o catabolismo do músculo esquelético (OSBORNE et al., 2019).

Esses efeitos catabólicos do músculo esquelético podem ser ocasionados pelo aumento do hormônio cortisol estimulado pelo exercício tanto de endurance como o treino de força (OSBORNE et al., 2019).

Na modulação de genes relacionados à síntese e degradação de proteínas, Van Vos Der et al. (2012) citam a importância da glutamina como fonte indutora de crescimento e do amadurecimento de cardiomiócitos acompanhado de um aumento nos níveis de RNAm de miosina de cadeia pesada (α -MHC) e da α -actina cardíaca.

Da mesma forma Wang et al. (2015) observaram que a glutamina enteral estimula a síntese de proteínas da mucosa intestinal e atenua a proteólise dependente da via de ubiquidade, melhorando o equilíbrio proteico no intestino humano.

Outra forma de observar a suplementação da glutamina e correlacionar com aceleração da recuperação após exercícios intensos.

Das Chagas Barreto e Meira, (2020) citam o experimento de Cruzat et al. (2007) onde ficou demonstrado que a suplementação de glutamina pode minimizar o estresse oxidativo ou diminuir a extensão de lesões celulares resultantes de exercícios físicos exaustivos. Os mesmos autores ainda lembram a pesquisa de Hoffman e colaboradores de 2010, onde os pesquisadores observaram o efeito benéfico e ergogênico da glutamina. Após sessão de exercício intenso houve um aumento do tempo de percepção da exaustão pelos participantes.

Hoffman et al. (2012) examinaram a eficácia de duas doses diferentes (1 g por 500 ml e 2 g por 500 ml) de glutamina ingeridas como reposição hídrica por atletas de basquetebol. Objetivo era observar se a ingestão de glutamina melhora o desempenho físico durante uma partida de basquetebol. Após a suplementação a potência de salto, tempo e a velocidade de reação durante a partida foram aumentados nos jogadores de basquete que realizaram a suplementação com 2 g/kg com 500 ml ingeridos como hidratação. Entretanto, Simon e

Liberali, (2012) não acharam nenhum resultado da suplementação de glutamina sobre a massa muscular magra e degradação proteica muscular.

Das Chagas Barreto e Meira, (2020) citando o experimento Fontana de 2006 indicou em sua pesquisa, que os exercícios resistidos, com ou sem a ingestão de glutamina no período de oito semanas, não teve nenhum efeito expressivo na potência anaeróbia.

A glutamina pode ser ingerida na forma livre, dipeptídeo ou tripeptídeo, respectivamente, L-glutamina, L-alanil-glutamina ou alanil-glutaminil-glutamina (ROGERO et al., 2004). Os autores, enfatizam que a porção dipeptídeo ou tripeptídeos, a absorção é facilitada, em comparação a aminoácidos simples por apresentar outras vias de transportador na membrana intestinal. Ainda, a glutamina dipeptídeo contém maior estabilidade em pH baixo e altas temperaturas, portanto, mais usadas em dietas enterais e parenterais (DE PAULA et al., 2015)

No entanto, a glutamina livre tem uma medida de solubilidade de apenas 3g/100ml e possui variabilidade em solução aquosa (ROGERO et al., 2004; HELLBRUGGE e ORNELLAS, 2010). Ainda, esses autores lembram que a ingestão da glutamina é bem tolerada em níveis de até, pelo menos, 20g/dia e o consumo de até 40g/dia não deve induzir efeitos adversos significativos além de desconforto gastrointestinal leve.

Como ocorre com todos os suplementos isolados de aminoácidos, o consumo em dose fracionada ao longo do dia deve aumentar as reservas orgânicas, sem impor problemas significativos de absorção. Para fins de suporte do sistema imunológico e ações anticatabólicas, que são importantes para a maioria dos atletas, as doses preconizadas variam de 1 a 10 g/dia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de suplementos alimentares proteicos é uma prática comum entre os praticantes e não praticantes de atividade física, e atletas, com vários tipos de aplicabilidades e funcionalidades das mais diversas possíveis.

Cabe destacar que tanto os BCAAs como a Glutamina podem ser usados tanto no que concerne a ganhos de hipertrofia muscular, melhora da saúde e qualidade de vida entre indivíduo saudável e atletas, bem como da melhora da imunidade celular em pacientes submetidos à cirurgia ou gravemente hospitalizados.

Entretanto, grande parte dos benefícios encontrados nos trabalhos revisados podem também ser garantidos ao indivíduo, ao praticante de atividades físicas e ao atleta por meio de uma dieta balanceada, sem o uso de suplementos alimentares.

Portanto, é imprescindível o conhecimento destes dados por parte de todos os profissionais de saúde, para que sua conduta terapêutica e prescrição esteja embasada em pesquisas científicas.

Entretanto, é importante ressaltar que a maioria dos suplementos devem ser utilizados com o intuito de complementar uma dieta e não para aumentar o consumo de determinado nutriente atingindo valores acima das recomendações.

Por fim, os suplementos nutricionais devem ser considerados uma estratégia que se complementa a dieta para dinamizar sua composição química e que embora seja difícil estabelecer consenso sobre o uso destes produtos, a sua ingestão tem ocorrido de maneira indiscriminada e sem orientação de profissional habilitado, o que pode ocasionar danos e prejuízos a saúde, e ainda discriminações quanto a seu uso.

REFERÊNCIAS

- Ahmadi, A. R., Rayyani, E., Bahreini, M., & Mansoori, A. (2019). *The effect of glutamine supplementation on athletic performance, body composition, and immune function: A systematic review and a meta-analysis of clinical trials*. *Clinical Nutrition*, 38(3), 1076-1091.
- Amorin, A. G., Tirapehui, J (2008). *Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio*. *Revista de Nutrição, Campinas*. v. 5, n. 21, p. 563-575.
- Mcarthur, S., Preedy, V. R.; Halliday, D (2000). *Aspects of protein metabolism after elective surgery in patients receiving constant nutritional support*. *ClinSci (Colch)*, v. 78, n. 6, p. 621-628.
- Carvalho, T (2003). *Guidelines of the Brazilian Society of Sports Medicine: dietary changes, fluid replacement, food supplements and drugs: demonstration of ergogenic action and potential health risks*. *Rev Bras Med Esporte*, v. 9, p. 57-68.
- CHEIK, N. C et al (2003). *Efeitos do exercício físico e da atividade física na depressão e ansiedade em indivíduos idosos*. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 11, n. 3, p. 45-52, jul./set , Brasília.
- Coqueiro, A. Y., Rogero, M. M., & Tirapegui, J. (2019). *Glutamine as an anti-fatigue amino acid in sports nutrition*. *Nutrients*, 11(4), 863.
- Cordeiro, L. M. S., Rabelo, P. C. R., Moraes, M. M., Teixeira-Coelho, F., Coimbra, C. C., Wanner, S. P., & Soares, D. D. (2017). *Physical exercise-induced fatigue: the role of serotonergic and dopaminergic systems*. *Brazilian journal of medical and biological research*, 50.
- Costa, G. S., Silva, J. A. D., & Pichek, S. N. (2013). *A importância da atenção farmacêutica para atletas de endurance (natação) usuários de suplementos alimentares*.
- Cruzat, V. F.; Rogero, M. M.; Borges, M. C.; Tirapegui, J (2007). *Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação*. *Rev Bras Med Esporte*, v. 13, p. 36-42.

De Paula, S. L., dos Santos, D. & de Oliveira, D. M. (2015). *Glutamina como recurso ergogênico na prática do exercício físico*. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, 9(51), 261-70.

Dos Santos, M. F. D. S., da Silva, M. D., Cano, J. P., Cruz, C. H. G., & Ernandes, F. M. P. G. (2021). *Analysis of the consumption of nutritional supplements by practitioners of physical activity in fitness centers* *Análise do consumo de suplementos nutricionais por praticantes de atividade física em academias de ginástica*. Brazilian Journal of Development, 7(10), 98927-98941.

Fuchs, C. J., Hermans, W. J., Holwerda, A. M., Smeets, J. S., Senden, J. M., van Kranenburg, J. & van Loon, L. J. (2019). *Branched-chain amino acid and branched-chain ketoacid ingestion increases muscle protein synthesis rates in vivo in older adults: a double-blind, randomized trial*. The American journal of clinical nutrition, 110(4), 862-872.

Gonçalves, L. A (2013). *A suplementação de leucina com relação à massa muscular em humanos*. Rev. Bras. Nutr. Esp. São Paulo, v. 07, nº 40, p.212-223.

Hellbrugge, A.; Ornellas, F.H (2010). *Infecções do Trato Respiratório Superior Causadas pelo Exercício Físico: Suplementação com Glutamina Previne esta Complicação?* Revista Brasileira de Nutrição Esportiva. Vol. 4. p. 36-43. Disponível em: <<http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/162/160>>

Higashida, K., Inoue, S., & Nakai, N. (2020). *Iron deficiency attenuates protein synthesis stimulated by branched-chain amino acids and insulin in myotubes*. Biochemical and Biophysical Research Communications, 531(2), 112-117.

Hoffman, J. R., Williams, D. R., Emerson, N. S., Hoffman, M. W., Wells, A. J., McVeigh, D. M. & Fragala, M. S. (2012). *L-alanyl-L-glutamine ingestion maintains performance during a competitive basketball game*. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 9(1), 4.

Hoffman, J. R.; e colaboradores. *Examination of the efficacy of acute L-alanyl-Lglutamine ingestion during hydration stress in endurance exercise*. Journal of the International Society of Sports Nutrition. Vol. 7. Num. 8. 2010.

Khorshidi-hosseini, M., Nakhostin-roohi, B (2013). *Effect of glutamine and maltodextrin acute supplementation on anaerobic power*. Asian J. Sports Med, vol. 4, nº. 2, p. 131-136.

- Koo, G. H., Woo, J., Kang, S., & Shin, K. O. (2014). *Effects of supplementation with bcaa and l-glutamine on blood fatigue factors and cytokines in juvenile athletes submitted to maximal intensity rowing performance*. Journal of physical therapy science, 26(8), 1241-1246.
- Monirujjaman, M., & Ferdouse, A. (2014). *Metabolic and physiological roles of branched-chain amino acids*. Advances in Molecular Biology.
- Nagashima, M., Soejima, Y., & Saito, K. (2013). *Glutamine and exercise*. The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 2(4), 469-473.
- Nie, C., He, T., Zhang, W., Zhang, G., & Ma, X. (2018). *Branched chain amino acids: beyond nutrition metabolism*. International journal of molecular sciences, 19(4), 954.
- Osborne, J. O., Stewart, I. B., Beagley, K. W., Borg, D. N., & Minett, G. M. (2019). *Acute glutamine supplementation does not improve 20-km self-paced cycling performance in the heat*. European Journal of Applied Physiology, 119(11), 2567-2578.
- Rogero, M.M., Tirapegui, J., Pedrosa, R.G., Pires, I.S.O. & Castro, I.A (2004). *Plasma and Tissue Glutamine Response to Acute and Chronic Supplementation with L-glutamine and L-alanyl-glutamine in Rats*. Nutrition Research. Vol. 24. p. 261-270.
- Schöler, C.M., Krause, M. (2017). *Metabolismo da glutamina e Exercício Físico: aspectos gerais e perspectivas*. R. Brasileira de Cineantropometria e Movimento 2017. p. 166-175
- Tambalis, K. D., & Arnaoutis, G. (2022). *The importance of branched-chain amino acids and nitrate in sports performance and health*. Journal of Physical Activity Research, 7(1), 37-46..
- Van Der Vos, K. E., Eliasson, P., Proikas-Cezanne, T., Vervoort, S. J., Van Boxtel, R., Putker, M. & Coffey, P. J. (2012). *Modulation of glutamine metabolism by the PI (3) K–PKB–FOXO network regulates autophagy*. Nature cell biology, 14(8), 829-837.
- Vieira, A. C. S., Biesek, S. (2015). *Avaliação do consumo de recursos ergogênicos nutricionais por praticantes de artes marciais em uma academia da cidade de Curitiba/ PR*. Rev. Bras. Nutr. Esp. São Paulo, v. 09, nº 3, p. 454-462.
- Wang, B., Wu, G., Zhou, Z., Dai, Z., Sun, Y., Ji, Y. & Wu, Z. (2015). *Glutamine and intestinal barrier function*. Amino acids, 47(10), 2143-2154.

Wolfe, R. R. (2017). *Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality?*. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 14(1), 30.

Zhang, Z. Y., Monleon, D., Verhamme, P., & Staessen, J. A. (2018). *Branched-chain amino acids as critical switches in health and disease*. Hypertension, 72(5), 1012-1022.