DIFERENTES FORMAS DA SUPLEMENTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES PARA ATLETAS DE *ENDURANCE* E *ULTRAENDURANCE*: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Rodrigo Souza Banegas¹, Bianca Neder Dutra de Lima¹, Antonio Vallido Junior¹,
Ana Caroline dos Santos¹

¹Centro Universitário Uniavan – SC, Brasil

e-mail: robanegas@gmail.com

1.INTRODUÇÃO

A prática de exercícios físicos, seja pela promoção da saúde ou pelo aumento da performance, está em crescimento. A quantidade de praticantes e modalidades esportivas que utilizam o corpo como ferramenta de trabalho é vasta; podem ser citados como exemplos: o *crossfit*, a musculação, a natação e o ciclismo (Kashapov e Kashapov, 2019). A corrida, seja de rua ou por trilhas (*trail run*) se destaca e, cada vez mais, atrai novos adeptos. Todas essas categorias de esporte envolvem movimentos musculares para produzir algum tipo de trabalho, que requer um aporte energético adequado para garantir o funcionamento correto e a eficiência durante a atividade. Um fator significativo para a determinação do substrato energético que deve ser utilizado antes e durante as atividades físicas, além da intensidade, é a duração (Gomes et al., 2007).

Nesse contexto, destacam-se os termos *endurance* e *ultraendurance*. Segundo Lima e colaboradores (2022), o termo *endurance* está relacionado a atividades de baixa e média intensidade, com duração de até 2h30. Já o termo *ultraendurance* está associado a atividades de média e alta intensidade, com duração superior a 2h30. Atletas do *Ironman Triathlon* (3,8 km de natação, 180 km de ciclismo e 42 km de corrida), em uma competição, podem ultrapassar 20h de prova. No AUDAX, prova de ciclismo, os atletas devem percorrer 200 km em até 13h30. No *Tour de France* ou *Vuelta Ciclista a España*, também provas de ciclismo, a duração do exercício pode chegar a 30 dias (Ferreira et al., 2001). Para as corridas, destacam-se as *UTMB World Series (Ultra Trail du Mont-Blanc)*, que são provas de ultramaratonas em montanhas. Nessa modalidade, além de correr distâncias superiores a

42 km, os atletas enfrentam subidas e descidas por trilhas e montanhas. No Brasil, há a *La Misión*, uma prova realizada em Passa Quatro-MG, com acesso à Serra Fina, passando pelos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Nessa prova, a distância mais longa é de 80 km, com uma altimetria total de 5.861 metros. Em 2024, o tempo de prova dos 80 km variou de 11h03 minutos para o primeiro colocado a 30h40 para o último participante que conseguiu concluir o desafio (La Mission Brasil, 2024).

O custo energético das provas de ultra resistência está diretamente ligado à distância, ao ritmo e ao tempo de prova, bem como à habilidade técnica e à composição corporal do atleta (Ferreira et al., 2001). Um estudo desenvolvido por McArdle e colaboradores (1999) relatou que o gasto energético de um ciclista é, em média, de 6.500 kcal/dia durante o *Tour de France*. Um resultado semelhante foi observado por Stroud (1998), que cita um gasto energético de 6.430 kcal/dia em uma prova de 240 km através do Deserto do Saara durante 7 dias. Já, segundo Wolinsky e Hickson (1996), uma prova de corrida com 24h de duração pode atingir um custo energético de até 18.000 kcal.

A nutrição exerce um papel crucial em relação ao rendimento esportivo. Fazendo uma escolha assertiva dos alimentos e da suplementação, é possível otimizar o rendimento físico e atingir um maior desempenho, diminuir a fadiga muscular, reduzir lesões, auxiliar na recuperação muscular, aumentar os estoques de energia e, não menos importante, promover a saúde do atleta. Nessas circunstâncias, os macronutrientes exercem uma função significativa: as proteínas estão associadas, principalmente, à recuperação muscular, enquanto os lipídios e carboidratos fornecem suporte energético (Lima et al., 2021).

A combinação de uma boa qualidade nutricional dos alimentos, a quantidade adequada a ser consumida e o momento ideal de ingestão torna-se essencial. O acompanhamento de uma equipe e de um nutricionista para estabelecer estratégias no plano alimentar e auxiliar o atleta em sua preparação é de suma importância. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão acerca da utilização dos macronutrientes no desempenho de atletas em atividades físicas de ultra resistência.

2.METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão integrativa para identificar e analisar publicações relacionadas ao papel dos macronutrientes na alimentação de atletas de *endurance* e *ultraendurance*. O processo envolveu a busca, seleção e análise de estudos em três bases de dados eletrônicas: *Web of Science*, *Scopus* e *Google Acadêmico*. Foram explorados artigos científicos, teses, dissertações e monografias publicados nos últimos 30 anos, nos idiomas português, inglês e espanhol. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: suplementação, atletas, *endurance*, *run*, carboidratos, lipídios, triglicerídeos de cadeia média, proteína, desempenho, performance e rendimento físico.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios), são essenciais para o bom funcionamento do corpo e desempenham um papel importante na alimentação de atletas de *endurance*. A seguir, esses macronutrientes serão abordados e apresentados individualmente.

3.1 CARBOIDRATOS

Os carboidratos são moléculas formadas por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O), podem ser classificados conforme a quantidade de monômeros em monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. São considerados a principal fonte de energia para os seres vivos, sendo o macronutriente que fornece energia de forma mais rápida. Por essa razão, no contexto esportivo, são vistos como uma excelente fonte de energia (Almeida et al., 2023) e algumas estratégias, como o tipo de carboidrato, o horário de consumo e a forma (bebidas, géis ou barras), podem ser adotadas para melhorar o desempenho e performance dos atletas (Fontan e Amadio, 2015; Gomes et al., 2022). O índice glicêmico (IG) de um carboidrato está relacionado com a velocidade de oxidação e o suporte energético para o corpo. A tabela 1 apresenta o IG de alguns carboidratos.

A Tabela 1. Índice glicêmico (IG) dos carboidratos

Carboidrato	IG	Classificação
Maltose	105	Alto IG

Glicose	100	Alto IG
Maltodextrina	100	Alto IG
Dextrose	96	Alto IG
Sacarose	60	Médio IG
Frutose	23	Baixo IG
Isomaltose	32	Baixo IG
Lactose	46	Baixo IG

Fonte: FONTAN e Amadio (2015).

A escolha do carboidrato com base no IG permite manter níveis mais elevados de glicose no plasma durante o exercício físico, evitando a produção excessiva de insulina e prolongando as reservas de glicogênio. Para uma maior eficiência e desempenho do atleta, a literatura recomenda a ingestão de carboidratos com baixo IG para atividades de longa duração, e o consumo deve ser entre 2 e 4 horas antes de qualquer a atividade física (Hill et al., 2011; Jeukendrup e Killer, 2010). Os estudos citados revelam que carboidratos de baixo IG (lenta oxidação) fornecem energia a longo prazo, enquanto os de alto IG não têm o mesmo efeito. Isso foi demonstrado no estudo realizado por Wilburn e colaboradores (2020), que investigaram e concluíram que a ingestão de maltodextrina antes do exercício não influenciou significativamente no desempenho de atletas treinados para resistência. Pesquisas indicam que a combinação de carboidratos com diferentes índices glicêmicos, levando em conta o tempo e a intensidade do exercício, pode garantir um fornecimento constante de energia (Fontan e Amadio, 2015). Entre as opções de carboidratos disponíveis, as bebidas apresentam o esvaziamento gástrico mais rápido, seguidas pelos geis e barras. Para uma rápida liberação de energia, recomendam-se bebidas em concentrações de 6 a 8%. Já para uma absorção mais lenta e gradual, os geis e barras são mais indicados (Gatti, 2009).

3.2 – LIPÍDEOS

Os lipídios, também conhecidos como gorduras, são um grupo de compostos orgânicos insolúveis em água que desempenham diversas funções essenciais no corpo humano, como o armazenamento de energia, a proteção dos órgãos vitais e a composição das membranas celulares. No contexto esportivo, a gordura que mais se destaca como fonte

de energia são os triglicerídeos, compostos por uma molécula de glicerol ligada a três ácidos graxos (Simão, 2022). Os triglicerídeos de cadeia média (TCM) sofrem hidrólise, formando glicerol e ácidos graxos de cadeia média (AGCM), que, por serem solúveis em água, são transportados até a mitocôndria, onde são oxidados para fornecer energia. Além de oferecerem uma quantidade de energia superior à dos carboidratos, os TCM também ajudam a reduzir o consumo de glicogênio muscular, favorecendo o desempenho de atletas de endurance (Ferreira et al., 2001).

Por essa razão, a suplementação com TCM tem sido amplamente estudada, e os resultados demonstram sua eficácia na melhora do desempenho de atletas, como destacado por Silveira e colaboradores (2011). Os autores ressaltam que a capacidade de produção energética está diretamente relacionada à atividade mitocondrial, e atletas de endurance, devido ao longo período de atividade, apresentam uma maior quantidade de mitocôndrias. Em virtude disso, há uma predominância na oxidação de lipídios e na economia de carboidratos. O trabalho de Ferreira e colaboradores (2003) mostrou que um aproveitamento mais eficiente dos TCM no desempenho atlético ocorre quando esses são consumidos em combinação com carboidratos. O autor cita dois estudos realizados por Jeukendrup (1995 e 1996). No primeiro, observou-se que uma quantidade maior de TCM foi oxidada quando ingerida junto com carboidratos, confirmando a hipótese de que os TCM podem ser utilizados como fonte de energia. No segundo estudo, o autor reforça a maior oxidação de TCM, mas destaca que a contribuição foi pequena, em torno de 6 a 8% da quantidade calórica total. Ele conclui que essa diferença nos resultados pode estar relacionada ao tempo de atividade, que foi inferior no segundo trabalho. Uma melhora no desempenho foi observada por Zyl e colaboradores (1996). Neste estudo, o autor confirma a melhora do desempenho em testes contra o relógio por ciclistas treinados que ingeriram uma combinação de 10% de carboidratos e 4,3% de TCM. Em contrapartida, o consumo isolado de TCM resultou em uma diminuição significativa no rendimento.

3.3 PROTEÍNAS

No campo da nutrição esportiva, a literatura é bem fundamentada quanto às

contribuições energéticas, à reserva de glicogênio muscular e à prevenção da fadiga. Sabe-se que exercícios físicos, especialmente os intensos e de longa duração, favorecem o catabolismo muscular. O esgotamento das reservas de glicogênio e a contração muscular prolongada causam microlesões nos tecidos, contribuindo para a degradação das proteínas musculares, mesmo após o término da atividade. Por isso, é essencial fornecer um suporte adequado para promover um novo estado anabólico. Nesse contexto, a suplementação proteica é amplamente utilizada. Embora a ingestão de proteínas por atletas não esteja diretamente associada à melhora do desempenho, ela desempenha um papel crucial na prevenção de lesões e na recuperação muscular.

O artigo de revisão publicado por Lin e colaboradores (2021) teve como objetivo analisar a influência da suplementação proteica na capacidade aeróbica, composição corporal e performance num treinamento de endurance. Foram analisados 19 artigos com, aproximadamente, 1100 participantes. Os autores concluem que a suplementação proteica aumentou a capacidade aeróbica e melhorou o desempenho no contra relógio. Esse resultado está associado com o aumento de massa magra obtida pela ingestão de proteína na recuperação muscular e, conseqüentemente, uma reparação do tecido e um ganho adicional no pico de $VO_{2máx}$ que seria causado pelo catabolismo de massa magra. A Tabela 2 sintetiza os resultados, de forma condensada, de outros dois estudos analisados.

Tabela 2. Resultados dos estudos analisados na suplementação proteica por atletas de endurance e ultra endurance.

Estudo	Metodologia	Objetivos	Principais resultados
Mhamed et al., 2024.	29 corredores de endurance participaram de um estudo com suplementação de whey protein durante 10 semanas. Foram realizados testes de desempenho físico e análises bioquímicas antes e após a intervenção.	avaliar o impacto da suplementação de whey protein na composição corporal, desempenho físico e parâmetros bioquímicos.	O grupo suplementado mostrou aumento de 4% na massa corporal magra, redução de gordura e melhora nos indicadores bioquímicos (colesterol, glicemia), com diminuição da fadiga muscular.

Churchward-Venne et al., 2020.	Estudo duplo-cego com 48 homens treinados, recebendo infusão de aminoácidos e 45 g de carboidrato com diferentes doses de proteína, seguido de biópsias musculares.	Avaliar o efeito de diferentes doses de proteína e carboidrato na síntese de proteínas musculares e recuperação após exercícios de resistência.	A ingestão de 30 g de proteína foi suficiente para maximizar a síntese de proteínas musculares esqueléticas, enquanto a síntese mitocondrial não foi significativamente alterada pela adição de proteínas.

4. CONCLUSÕES

Destaca-se a importância dos três macronutrientes na alimentação de atletas de *endurance*, cada um desempenhando um papel específico no desempenho e na recuperação durante e após atividades físicas prolongadas. Os carboidratos, sendo a principal fonte de energia de rápida absorção, são essenciais para manter os níveis de glicose no sangue e retardar a fadiga muscular. A seleção de carboidratos com base em seu índice glicêmico (IG) permite ajustes para melhorar a performance, sendo recomendados carboidratos de baixo IG para atividades de longa duração. Os lipídios, em específico os TCM, oferecem uma fonte de energia sustentada, poupando as reservas de carboidratos e contribuindo para o desempenho em atividades prolongadas. A combinação de TCM com carboidratos mostrou ser eficaz para melhorar a oxidação de lipídios, ainda que a contribuição dos TCM para o cômputo energético total seja limitada. Já as proteínas, embora não atuem como fonte primária de energia durante o exercício, são fundamentais para a recuperação muscular e a manutenção da massa magra, além de prevenir o catabolismo muscular, tem sido associada a melhorias na capacidade aeróbica e no desempenho esportivo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. R.; CAMPBELL, G. R.; CRUZ, M. F. A. Estratégias e recomendações nutricionais de carboidratos para performance esportiva. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 6, e21012642253, 2023.

BARANAUSKAS, M.; STUKAS, R.; TUBELIS, L.; ZAGMINAS, K.; SURKIENE, G.; SVEDAS, E.; GIEDRAITIS, V. R.; DOBROVOLSKIJ, V.; ABARAVICIUS, J. A. Nutritional habits among high-performance endurance athletes. **Medicina**, v. 51, n. 5, p. 351–362, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1010660X15001004>. Acesso em: 6 out. 2024.

CHURCHWARD-VENNE, T. A.; PINCKAERS, P. J. M.; SMEETS, J. S. J.; BETZ, M. W.; SENDEN, J. M.; GOESSENS, J. P. B.; GIJSEN, A. P.; ROLLO, I.; VERDIJK, L. B.; VAN LOON, L. J. C. Dose-response effects of dietary protein on muscle protein synthesis during recovery from endurance exercise in young men: a double-blind randomized trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 112, n. 2, p. 303-317, 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn>. Acesso em: 6 out. 2024.

FERREIRA, A. M. D.; BARBOSA, P. E. B.; CEDDIA, R. B. A influência da suplementação de triglicerídeos de cadeia média no desempenho em exercícios de ultrarresistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 9, n. 6, p. 413-416, 2003.

FERREIRA, A. M. D.; RIBEIRO, B. G.; SOARES, E. A. Consumo de carboidratos e lipídios no desempenho em exercícios de ultra-resistência. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n. 2, p. 67-74, abr. 2001.

FONTAN, J. S.; AMADIO, M. B. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 2, p. 153-160, 2015.

GATTI, K. **Efeito da forma física de suplementos energéticos no desempenho e na hidratação no futebol**. 2009. 39 f. Tese (Doutorado em Ciência do Esporte) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

GOMES, A. R.; LEMOS, A. L. DA S.; MORAES, L. L. D.; BARRETTO, E. M. F. Suplementação de triglicerídeos de cadeia média em atividades de endurance. RBNE - **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 1, 4 fev. 2007.

GOMES, D. A.; LOPES, K. C. B. B.; CARVALHO, L. M. F. Carboidratos na refeição pré-treino e sua relação com performance física e esportiva: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, e29511537375, 2022.

HILL, K. M.; WHITEHEAD, J. R.; GOODWIN, J. K. Pre-workout carbohydrate supplementation does not affect measures of self-assessed vitality and affect in college swimmers. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 10, n. 3, p. 478-482, 2011.

JEUKENDRUP, A. E.; KILLER, S. C. The myths surrounding pre-exercise carbohydrate feeding. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 57, Suppl 2, p. 18-25, 2010.

JEUKENDRUP, A. E.; SARIS, W. H.; SCHRAUWEN, P.; BROUNS, F.; WAGENMAKERS, A. J. Metabolic availability of medium-chain triglycerides coingested with carbohydrates during prolonged exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 79, n. 3, p. 756-762, 1995.

JEUKENDRUP, A. E.; SARIS, W. H.; VAN DIESEN, R.; BROUNS, F.; WAGENMAKERS, A. J. M. Effect of endogenous carbohydrate availability on oral medium-chain triglyceride oxidation during prolonged exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 80, p. 949-954, 1996.

KASHAPOV, R. I.; KASHAPOV, R. R. Features of nutrition for athletes in cyclic endurance sports. **Voprosy Pitaniia**, v. 88, n. 6, p. 12-21, 2019.

LA MISIÓN BRASIL. Resultados 2024. Disponível em: <https://lamisionbrasil.com.br/resultados2024/>. Acesso em: 1 out. 2024.

LIMA, C. C. C.; PAULA, I. S. DE; SOUZA, P. L.; VIANNA, J. M.; LATERZA, M. C.; MARTINEZ, D. G. Suplementação de carboidratos, líquidos e eletrólitos em atletas de endurance e ultra-endurance:

comparação das principais diretrizes. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 16, n. 100, p. 413-423, 2022.

LIN, Y.-N.; TSENG, T.-T.; KNIUM, P.; CHAN, W. P.; WU, S.-H.; TSAI, C.-L.; HSU, C.-Y. Protein supplementation increases adaptations to endurance training: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Nutrition**, v. 40, p. 3123-3132, 2021.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Sports & exercise nutrition**. USA: Lippincott, Williams & Wilkins, 1999.

MHAMED, M. B.; ZARROUK, F.; MRAD, M.; METHANNI, J.; BAHLOUS, A.; ZAOUIA, M.; LINDINGER, M.; BIGARD, X.; BOUHLEL, E. Effects of whey protein on body composition, biochemical profile, and high intensity physical performances in well-trained endurance runners. **Science & Sports**, v. 39, p. 588-598, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 2 out. 2024.

SILVEIRA, L. R.; PINHEIRO, C. H. J.; ZOPPI, C. C.; HIRABARA, S. M.; VITZEL, K. I.; BASSI, R. A.; LEANDRO, C. G.; BARBOSA, M. R.; SAMPAIO, I. H. P.; MELO, F. J.; CARNEIRO, E. M.; CURY, R. Regulação do metabolismo de glicose e ácido graxo no músculo esquelético durante exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 55, n. 5, p. 303-313, mai. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0004-27302011000500003>.

SIMÃO, M. B. **A influência da suplementação de triglicerídeos de cadeia média no exercício de endurance de alta intensidade**. 2024. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Nutrição) – Centro Universitário do Sagrado Coração, Bauru, 2022.

STROUD, M. The nutritional demands of very prolonged exercise in man. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 57, n. 1, p. 55-61, 1998.

VAN ZYL, C. G.; LAMBERT, E. V.; HAWLEY, J. A.; NOAKES, T. D.; DENNIS, S. C. Effects of medium-chain triglyceride ingestion on fuel metabolism and cycling performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 80, p. 2217-2225, 1996.

WOLINSKY, I.; HICKSON, J. F. Jr. (eds.). **Nutrição no exercício e no esporte**. 2. ed. São Paulo: Roca, 1996. p. 51-67.