



## **O USO DA DIETA CETOGÊNICA EM ATLETAS DE ALTA PERFORMANCE**

Mariana Lucatto<sup>1</sup>, Raiane Flávia Batista de Almeida<sup>2</sup>, Natália Araujo Nunes<sup>2</sup>, Paola Cristina Ferreira Santos<sup>3</sup> (orientadora), Eurípedes Barsanulfo Borges do Reis<sup>4</sup>, Tiago da Silveira<sup>1</sup>, Jonathan Ferreira Amorim<sup>5</sup>, Ana Clara Carneiro Fernandes de Melo<sup>1</sup>, Stephanie Martins Pereira<sup>2</sup>, Fernando Luiz Ribeiro de Freitas Nery Alves<sup>1</sup>.

### Revisão de Literatura

#### **RESUMO**

**Objetivo:** Compreender se a dieta cetogênica (DC) é benéfica ou não para atletas de alta performance. **Materiais e métodos:** Trata-se de uma revisão bibliográfica descritiva e qualitativa que selecionou artigos das plataformas de pesquisa PubMed e Medline, através dos descritores: “dieta cetogênica”, “atletas de alto rendimento”, “performance”. **Resultados:** Foram selecionados ao todo 13 artigos da plataforma PubMed e 14 artigos no Medline, porém, ao analisar os artigos selecionados foram excluídos aqueles que se repetiam entre as plataformas, de forma que ao final foram selecionados 17 artigos no total para a confecção deste trabalho. Os artigos foram analisados e descritos para melhor compreensão do tema. **Discussão:** Embora a DC seja uma estratégia inteligente ao se pensar em perda de gordura corporal e aumento de massa magra e exista evidências de que a DC modifica a resposta celular aumentando a mobilização, transporte, absorção e oxidação de gordura durante atividades físicas, podendo diminuir citocinas inflamatórias e fator neurotrófico produzido pelo cérebro, sendo uma ferramenta válida para o gerenciamento de estresse e manutenção da motivação mesma não se mostrou adequada para aumento de força ou performance dos atletas. **Conclusão:** A dieta cetogênica é capaz de aprimorar a composição corporal após um período de ceto-adaptação, diminuindo a massa gorda em atletas e consequentemente aumentando a % de massa magra, além disso, é muito empregada em portadores de doença crônica, melhorando seu quadro clínico e diminuindo a inflamação celular. Entretanto, através da análise dos artigos selecionados, poucos artigos mostraram melhora no desempenho dos atletas. Mas, deve ser levado em consideração que a dieta cetogênica pode agir de diferentes formas a depender do organismo de cada atleta e da atividade física que o mesmo vem a praticar, além disso, os artigos selecionados contam com estudos de ceto-adaptação muito curtos, por isso, mais estudos devem ser realizados para melhor compreensão da dieta cetogênica.

**Palavras-chave:** dieta cetogênica, atletas de alto rendimento, performance.

# The use of the ketogenic diet in high performance athletes

## ABSTRACT

**Objective:** To understand whether the ketogenic diet (KD) is beneficial or not for high-performance athletes. **Materials and methods:** This is a descriptive and qualitative bibliographical review that selected articles from the PubMed and Medline research platforms, using the descriptors: “ketogenic diet”, “high-performance athletes”, “performance”. **Results:** A total of 13 articles from the PubMed platform and 14 articles from Medline were selected, however, when analyzing the selected articles, those that were repeated between platforms were excluded, so that in the end, 17 articles were selected in total for the preparation of this work. The articles were analyzed and described for a better understanding of the theme. **Discussion:** Although KD is an intelligent strategy when thinking about body fat loss and lean mass increase and there is evidence that KD modifies the cellular response, increasing the mobilization, transport, absorption and oxidation of fat during physical activities, decrease inflammatory cytokines and neurotrophic factor produced by the brain, being a valid tool for stress management and maintenance of motivation, it did not prove adequate for increasing strength or performance of athletes. **Conclusion:** The ketogenic diet is capable of improving body composition after a period of keto-adaptation, decreasing fat mass in athletes and consequently increasing the % of lean mass, in addition, it is widely used in patients with chronic disease, improving their clinical condition and decreasing cellular inflammation. However, through the analysis of the selected articles, few articles showed improvement in the athletes' performance. However, it must be taken into account that the ketogenic diet can act in different ways depending on the organism of each athlete and the physical activity that he/she is practicing, in addition, the selected articles have very short keto-adaptation studies, therefore, more studies should be performed to better understand the ketogenic diet. The findings turned out to be limited and heterogeneous, preventing a definitive conclusion about the effectiveness of the ketogenic diet in endurance athletes.

**Keywords:** ketogenic diet, high performance athletes, performance.

**Instituição afiliada** –<sup>1</sup>Acadêmico de Medicina da Universidade do Estado de Mato Grosso – (UNEMAT), <sup>2</sup>Acadêmico de Medicina da Faculdade Morgana Potrich – (FAMP), <sup>3</sup>Graduada em Medicina pela Universidad Abierta Interamericana – Argentina, <sup>4</sup>Graduado em Medicina pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). <sup>5</sup>Graduado em Enfermagem pela Universidade do Estado de Mato Grosso – (UNEMAT).

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 05 de Julho e publicado em 25 de Agosto de 2024.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p-4235-4255>

**Autor correspondente:** Mariana Lucatto – [Mariana.lucatto@unemat.br](mailto:Mariana.lucatto@unemat.br)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## **INTRODUÇÃO**

A dieta cetogênica (DC) é uma das dietas low carb que restringe a ingestão de carboidratos e promove a produção de corpos cetônicos como acetoacetato, acetona e  $\beta$ -hidroxibutirato. Para obtenção dos corpos cetônicos, a ingestão de carboidratos deve ser reduzida há 50 g/dia ou 10% da ingestão calórica total/dia, a ingestão de proteínas é moderada a alta (1,2-1,5g/kg/d), a gordura, agora será a fonte primária de energia (60-80%) da ingestão diária. A aplicação das dietas low carb vem sendo empregadas por treinadores e nutricionistas de atletas de alta performance na intenção de melhorar o desempenho dos mesmos<sup>1,2</sup>.

Entretanto, as organizações de nutrição esportiva recomendam dietas com alto teor de carboidratos (CHO), para melhorar o desempenho desses atletas. A alta disponibilidade de CHO (HCHO) normalmente é alcançada através da ingestão dietética de CHO entre 24-36 horas antes do esporte praticado, entretanto, é difícil o consumo de carboidratos nas quantidades preconizadas para melhor desempenho, sendo assim, estratégias dietéticas são buscadas como alternativas para conseguir vantagem competitiva. Muitas dessas estratégias estão vinculadas a restrição de carboidratos, sendo a mais popular a dieta cetogênica<sup>3-5</sup>.

Alguns estudos evidenciam os efeitos benéficos da DC em diminuir a massa corporal total e de gordura, melhorando a taxa de oxidação de gordura, que agora, é a principal fonte de energia para os atletas que aderem a DC. A dieta cetogênica promove a redução da massa corporal, melhorando as condições de saúde e atuando em algumas doenças crônicas como o diabetes mellitus tipo 2, doenças neuronais e alguns tipos de neoplasias. Entretanto, a utilização dessa dieta para melhora do desempenho esportivo ainda é muito questionada<sup>1,6-8</sup>.

Alguns estudos demonstram que a DC aumenta os custos de oxigênio do exercício, principalmente os de alta intensidade, logo, a disponibilidade de oxigênio pode se tornar um fator limitante na produção de energia, reduzindo o desempenho dos atletas<sup>3,9</sup>. Mas é comum a utilização da DC por atletas de alta performance para a perda de peso e diminuição de massa gorda, podendo melhorar, assim, a velocidade ou a potência<sup>5</sup>. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é compreender se a dieta cetogênica

é benéfica ou não para atletas de alta performance.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa de cunho descritivo que tem por finalidade analisar os artigos para melhor compreensão do uso da dieta cetogênica em atletas de alta performance e de que forma esse tipo de alimentação pode ser benéfica ou não para o resultado desses atletas<sup>10,11</sup>. Ainda, o estudo também se torna qualitativo, uma vez que diferentes informações são analisadas e coletadas para melhor compreensão do fenômeno estudado<sup>12</sup>. A busca bibliográfica foi realizada por meio das plataformas de pesquisa como Scielo, Pubmed e Medline.

Os critérios de inclusão foram artigos publicados na língua inglesa e língua portuguesa, entre 2015 e 2023, que se enquadrassem como revisão bibliográfica sistemática ou pesquisa de campo, bem como uso de sites oficiais e livros que abordassem o assunto dieta cetogênica e/ou atletas de alta performance. Como critérios de exclusão, os artigos que não abordaram a temática ou que não foram relevantes. Os descritores usados para a pesquisa foram: “dieta cetogênica”, “atletas de alto rendimento”, “performance”.

Foram encontrados 38 artigos na plataforma Medline e 46 artigos na plataforma PubMed, já na Scielo, nenhum artigo foi encontrado, sendo, ao final, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, selecionados 13 artigos no PubMed e 14 artigos no Medline, porém, ao analisar os artigos selecionados foram excluídos aqueles que se repetiam entre as plataformas, de forma que ao final foram selecionados 17 artigos no total para a confecção deste trabalho. Os artigos foram analisados e descritos para melhor compreensão do tema. Na avaliação crítica foram analisados os objetivos do artigo, o tipo de estudo que se enquadravam, a metodologia utilizada, os resultados e conclusões obtidos.

## **RESULTADOS**

**Quadro 1:** Artigos selecionados para discussão dos artigos

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
Effects of the ketogenic diet on performance and body	Koerich, Ana Clara C et al. (2022)	Determinar os efeitos da dieta cetogênica (KD) contra dietas ricas em	Houve efeitos mais favoráveis para a dieta rica em CHO do que para o DC no desempenho do contra-relógio e massa	O DC pode ser uma estratégia útil para perdas corporais totais e de gordura, mas foi observado um

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
composition in athletes and trained adults: a systematic review and Bayesian multivariate multilevel meta-analysis and meta-regression.		carboidratos (CHO) no desempenho físico e composição corporal em indivíduos treinados.	livre de gordura; os efeitos foram mais favoráveis ao DC no total e nas perdas de massa gorda. Os prováveis efeitos modificadores no desempenho cíclico foram o sexo e o VO do sujeito <sub>2</sub> max, durações de intervenção e desempenho e modo de exercício.	pequeno efeito negativo na massa livre de gordura. DC não era adequado para aumentar a força ou performances cíclicas de alta intensidade.
Case Study: Long-Term Low-Carbohydrate, High-Fat Diet Impairs Performance and Subjective Well-Being in a World-Class Vegetarian Long-Distance Triathlete.	Mujika, Iñigo. (2019)	Relatar os resultados de desempenho e avaliações subjetivas da dieta de longo prazo com baixo teor de carboidratos e alto teor de gordura (LCHF) em um triatleta de classe mundial de longa distância que sofria de desconforto gastrointestinal na competição Ironman	O atleta teve seu pior desempenho de meio-Ironman após 21 semanas na dieta LCHF (18°). Após 24 semanas em LCHF, ele teve seu segundo pior desempenho no Ironman (14°) e sofreu seus sintomas gastrointestinais habituais. Ele não terminou sua terceira corrida após 32 semanas no LCHF. Ele recuperou seu nível de desempenho usual em 5 semanas com uma dieta rica em CHO, terminando em segundo e quarto lugar em dois eventos de Ironman separados por apenas 3 semanas. O bem-estar psicológico subjetivo foi muito negativo durante a dieta LCHF, com sentimentos de depressão, irritabilidade e mau humor.	Esta intervenção LCHF de longo prazo (32 semanas) não resolveu os problemas gastrointestinais que o atleta vinha experimentando, foi associada a resultados negativos de desempenho nas competições de meio-Ironman e Ironman e teve um impacto negativo na o bem-estar subjetivo do atleta.
Low-carbohydrate, ketogenic diet impairs anaerobic exercise performance in exercise-trained women and men: a randomized-sequence crossover trial.	Kymerly A et al. (2019)	Avaliar se a dieta cetogênica com baixo teor de carboidratos prejudica o desempenho do exercício anaeróbico, em comparação com uma dieta rica em carboidratos.	As dietas foram pareadas para energia total, mas diferiram no teor de carboidratos. Low carb (LC) resultou em potência de pico 7% menor e potência média 6% menor durante o Teste de Wingate. A distância total percorrida no teste de recuperação intermitente foi 15% menor após a dieta LC.	As dietas cetogênicas e com baixo teor de carboidratos reduzem o desempenho do exercício em atividades que dependem fortemente dos sistemas de energia anaeróbica. Essas descobertas têm implicações claras no desempenho de atletas, especialmente em atividades e esportes de alta intensidade e curta duração.

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes.	McSwiney, Fionn T et al. (2018)	Compreender as implicações de desempenho a longo prazo (> 4 semanas) de consumir uma dieta cetogênica com baixo teor de carboidratos e alto teor de gordura (LCKD) em atletas bem treinados.	O grupo LCKD experimentou uma diminuição significativamente maior na massa corporal e percentual de gordura corporal. O beta-hidroxiacetato sérico em jejum ( $\beta$ HB) aumentou significativamente de 0,1 na linha de base para 0,5mmol/L no grupo LCKD na semana 12. Não houve alteração significativa no desempenho de 100 km entre os grupos. O pico de potência do sprint aumentou em 0,8 watts por quilograma de peso corporal no grupo LCKD, contra uma redução de -0,1w/kg no grupo HC. O pico de potência do CPT diminuiu em -0,7w/kg no grupo HC e aumentou em 1,4w/kg no grupo LCKD	Em comparação com um grupo de HC, um período de 12 semanas de cetoadaptação e treinamento físico, a composição corporal é aprimorada, oxidação de gordura durante o exercício e medidas específicas de desempenho relevantes para atletas de resistência competitiva.
The Effect of a Ketogenic Low-Carbohydrate, High-Fat Diet on Aerobic Capacity and Exercise Performance in Endurance Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis	Cao J et al. (2021)	Explorar os efeitos de uma dieta cetogênica com baixo teor de carboidratos e alto teor de gordura (K-LCHF) na capacidade aeróbica e no desempenho do exercício entre atletas de resistência.	A busca incluiu estudos usando uma dieta LCHF como protocolo de intervenção e comparou dados sobre fatores como consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx) e classificação de esforço percebido (RPE) do teste de exercício graduado. Neste caso, 10 estudos preencheram os critérios e foram incluídos na meta-análise. Não encontramos um efeito significativo das intervenções da dieta K-LCHF no $VO_2$ máx, tempo de exaustão, $FC_{máx}$ ou PSE. No entanto, foi observado um efeito global significativo na resposta de oxidação do substrato à taxa de troca respiratória.	As dietas K-LCHF não afetaram a capacidade aeróbica e o desempenho do exercício.
Ketogenic low-CHO, high-fat diet: the future of elite endurance sport?	Burke LM (2021)	Evidenciar se a dieta cetogênica é ou não o futuro do esporte de resistência de elite.	Este resumo foi montado a partir de uma revisão sistemática de bancos de dados de publicações, enquanto verificava listas de referências e acessava	Há evidências de que a adaptação a um LCHF cetogênico cria mudanças celulares substanciais para aumentar a

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
			estudos recém-publicados/na imprensa do próprio laboratório do autor. Os estudos foram incluídos se envolvessem exposição verificável a uma dieta K-LCHF por participantes que realizavam treinamento regular baseado em resistência e/ou competição esportiva.	mobilização, transporte, absorção e oxidação de gordura durante o exercício, mesmo em atletas de elite que treinam especificamente para otimizar as vias oxidativas de gordura. Além disso, embora o curso de tempo de todas as mudanças na função corporal com K-LCHF exija investigação sistemática, as mudanças máximas no metabolismo da gordura muscular ocorrem dentro de 3 a 4 semanas e provavelmente 5 a 10 dias de adaptação. uma ampla variabilidade na resposta à dieta K-LCHF é bem conhecida, sendo possíveis extremos em ambas espectro de desempenho.
Effects of 30 days of ketogenic diet on body composition, muscle strength, muscle area, metabolism, and performance in semi-professional soccer players.	Antonio Paoli A et al. (2021)	Investigar a influência de um dieta cetogênica em diferentes parâmetros em jogadores de futebol semi-profissionais.	Houve uma diminuição significativamente maior de gordura corporal, tecido adiposo visceral, circunferência da cintura e água extracelular em DC em comparação com grupo dieta ocidental. Tecido mole magro, área muscular do quadríceps, força máxima e gasto energético em repouso não apresentaram alterações. A taxa de troca respiratória diminuiu significativamente em DC. O teste ioiô intermitente melhorou significativamente em ambos os grupos. Salto com movimento contrário melhorou significativamente apenas em DC.	Os atletas com dieta cetogênica perderam massa gorda sem quaisquer efeitos prejudiciais na força, potência e massa muscular. Quando o objetivo é uma rápida redução de peso nesses atletas, o uso dieta cetogênica deve ser levado em consideração.



TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
Impact Of Ketogenic Diet On Athletes: Current Insights.	McSwiney FT et al. (2019)	Examinar a literatura de desempenho DC para determinar se existem benefícios de desempenho para atletas e atletas treinados e fornecer algumas percepções clínicas quanto ao lugar de LCHF e DC em atletas.	Dois investigações em atletas de resistência não observaram nenhum decréscimo de exercício de intensidade vigorosa após adaptações de 3-12 semanas. O desempenho de força moderada e quase máxima a máxima não experimentou diminuição após uma adaptação DC de 3-12 semanas. Efeitos benéficos foram observados para o sprint de 2.000 m e o teste de potência crítica concluído por curta duração em intensidade vigorosa, enquanto dois testes adicionais não observaram diminuição. Para sprint, exercício quase máximo, o benefício do DC foi observado para o sprint de seis segundos, enquanto nenhum decréscimo no desempenho foi observado para dois testes máximos adicionais. Quando a proteína é igualada (gramas por quilograma), uma investigação não notou diminuição na hipertrofia muscular, enquanto outra observou uma diminuição. Uma investigação com proteína combinada observou que o grupo DC perdeu mais gordura corporal.	Exercícios de intensidade moderada a vigorosa não experimenta nenhum decréscimo após a adaptação a um DC. São observadas reduções na economia de exercício >70% VO <sub>2</sub> máx em atletas de resistência treinados que podem prejudicar o desempenho em ambientes de campo. Os efeitos benéficos do DC durante exercícios vigorosos de curta duração e sprints são muitas vezes confundidos por uma maior perda de peso no grupo DC.
A review of the ketogenic diet for endurance athletes: performance enhancer or placebo effect?	Bailey CP, Hennessy E (2020)	Revisar as evidências sobre o efeito da dieta cetogênica do atleta de resistência no consumo máximo de oxigênio e resultados secundários de desempenho.	Identificaram sete artigos relatando VO <sub>2</sub> máx e/ou desfechos secundários; estes compreenderam seis ensaios de intervenção e um estudo de caso. Os resultados do VO <sub>2</sub> máx (n = 5 ensaios, n = 1 estudo de caso) foram mistos. Dois dos cinco estudos relataram aumentos significativos no VO <sub>2</sub> máx em todas as dietas; enquanto três ensaios e um estudo de caso não relataram VO <sub>2</sub>	Achados limitados e heterogêneos impedem conclusões definitivas sobre a eficácia da dieta cetogênica em atletas de resistência para benefício de desempenho. Quando comparado a uma dieta rica em carboidratos, há resultados mistos.



TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
			significativo resultados máximos. Os resultados secundários (n = 5 tentativas, n = 1 estudo de caso) foram tempo até a exaustão (TTE; n = 3 artigos), tempo de corrida (n = 3 artigos), classificação do esforço percebido (RPE; n = 3 artigos) e Potência de pico (n = 2 artigos). Destes, achados significativos para atletas EAKD incluíram diminuição do TTE (n = 1 artigo), maior RPE (n = 1 artigo) e aumento da potência de pico (n = 1 artigo).	
Effects of Two Months of Very Low Carbohydrate Ketogenic Diet on Body Composition, Muscle Strength, Muscle Area, and Blood Parameters in Competitive Natural Body Builders.	Paoli A et al. (2021)	Investigar a influência de um DC em fisiculturistas naturais competitivos	A gordura corporal diminuiu significativamente em DC ( $p = 0,030$ ); enquanto a massa magra aumentou significativamente apenas em dieta ocidental. A força máxima aumentou de forma semelhante em ambos os grupos. DC mostrou uma diminuição significativa de triglicerídeos no sangue, glicose, insulina e citocinas inflamatórias em comparação com dieta ocidental, enquanto o fator neurotrófico derivado do cérebro aumentou em ambos os grupos com alterações maiores significativas em DC.	Os resultados mostram que uma dieta DC pode representar uma abordagem dietética adequada para atletas. Apesar da falta de resposta hipertrófica no grupo DC, a massa muscular foi mantida, fenômeno que muitas vezes não ocorre durante dietas hipocalóricas. O DC também resultou na diminuição das citocinas inflamatórias e no aumento do fator neurotrófico derivado do cérebro, sugerindo que o DC pode ser uma ferramenta válida para lidar com momentos em que o gerenciamento do estresse e a manutenção da motivação são difíceis de lidar.
Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the	Burke LM et al. (2017)	Investigar os efeitos da adaptação a uma dieta cetogênica de baixo carboidrato (CHO) e rica em gordura (LCHF)	Após a intervenção, o pico de $\dot{V}O_2$ durante a caminhada aumentou em todos os grupos. A LCHF foi associada a taxas aumentadas de oxidação de gordura corporal total. No entanto, LCHF	Em contraste com o treinamento com dietas que fornecem alta disponibilidade crônica ou periodizada de CHO, e apesar de uma melhora significativa

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
performance benefit from intensified training in elite race walkers.		durante 3 semanas de treinamento intensificado no metabolismo e desempenho de atletas de resistência de classe mundial.	também aumentou o custo de oxigênio da marcha atlética em velocidades relevantes para o desempenho da corrida na vida real: O 2ª captação (expressa como uma porcentagem do novo pico de $\dot{V}O_2$ ) a uma velocidade de aproximadamente 20 km de ritmo de corrida foi reduzida em HCHO e PCHO, mas foi mantida em pré - níveis de intervenção em LCHF. Os grupos HCHO (alta disponibilidade de CHO antes durante e depois) e PCHO (ingestão idêntica de macronutrientes, periodizada dentro ou entre dias para alternar entre baixa e alta disponibilidade de CHO) melhoraram os tempos para caminhada atlética de 10 km sem para o grupo LCHF	no pico de $\dot{V}O_2$ , a adaptação à dieta LCHF tóxica anulou os benefícios de desempenho em atletas de resistência de elite, em parte devido à redução da economia de exercícios.
Adaptation to a low carbohydrate high fat diet is rapid but impairs endurance exercise metabolism and performance despite enhanced glycogen availability.	Burke LM et al. (2021)	Investigar a utilização do substrato durante o exercício após uma breve (5-6 dias) adaptação a uma dieta cetogênica com baixo teor de carboidratos (CHO), rica em gordura (LCHF) e período de washout semelhante.	13 corredores masculinos de classe mundial completaram testes de economia, treinamento de 25 km e uma corrida de 10.000 m, com alta disponibilidade de CHO (HCHO), repetindo após 5-6 dias de LCHF ou HCHO. Uma corrida de adaptação foi realizada após 24 h HCHO e pré-corrida CHO. Aumentos substanciais na oxidação de gordura do exercício ocorreram na economia de adaptação LCHF e nos testes de 25 km. No entanto, parente $\dot{V}O_2$ foi maior, em ~8% e 5% nas velocidades relacionadas às provas de 50 km e 20 km. Durante o aquecimento da corrida no grupo LCHF, as taxas de oxidação de gordura e CHO nessas velocidades diminuíram e aumentaram,	Mudanças robustas no uso de substrato de exercício ocorreram em 5-6 dias de mudanças extremas na ingestão de CHO. No entanto, a adaptação a uma dieta LCHF mais a restauração aguda da disponibilidade endógena de CHO falhou em restaurar o desempenho de resistência de alta intensidade

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
			respectivamente, em comparação com o dia anterior, mas não foram restauradas aos valores da linha de base. As mudanças de desempenho diferiram entre os grupos com todos os atletas HCHO melhorando na corrida Adaptação, enquanto 6/7 atletas LCHF foram mais lentos. A utilização do substrato retornou aos valores basais após 5-6 dias de dieta HCHO.	
Crisis of confidence averted: Impairment of exercise economy and performance in elite race walkers by ketogenic low carbohydrate, high fat (LCHF) diet is reproducible.	Burke LM et al. (2020)	Repetir o estudo de treinamento intensificado em uma dieta cetogênica com baixo teor de carboidratos (CHO) e alto teor de gordura (LCHF) em atletas de resistência de classe mundial, com investigação adicional de um efeito de "carryover" no desempenho após restaurar a disponibilidade de CHO em comparação a dietas ricas em CHO ou periodizadas.	Todos os grupos aumentaram o VO <sub>2</sub> pico no Adapt. LCHF aumentou acentuadamente a oxidação de gordura corporal total, mas também o custo de oxigênio da caminhada em velocidades relevantes para a corrida. As diferenças no desempenho de 10.000 m foram claras e significativas: HCHO melhorou em 4,8% ou 134 s com tendência para um tempo mais rápido (2,2%, 61 s) em PCHO. LCHF foram mais lentos em 2,3%, -86 s, sem evidência de desempenho superior de "rebote" em 20 km após 2,5 semanas de restauração e conicidade de HCHO.	Os achados anteriores de economia de exercício prejudicada e desempenho de corrida sustentada de alta intensidade após cetoadaptação em competidores de elite foram repetidos. Além disso, não houve benefício detectável em realizar uma intervenção LCHF como uma estratégia periodizada antes de uma preparação/conicidade de corrida de 2,5 semanas com alta disponibilidade de CHO.
fficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial.	Vargas S et al. (2018)	Avaliar a eficácia de uma dieta cetogênica (DC) de 8 semanas durante o protocolo de excesso de energia e treinamento de resistência (TR) na composição corporal em homens treinados.	Houve uma redução significativa na massa gorda e tecido visceral adiposo, enquanto não foram observadas alterações significativas no não cetogênico (NKD) e grupo controle (GC) na massa gorda ou tecido adiposo visceral. Não foram observados aumentos significativos no peso corporal no grupo DC, mas o grupo NKD apresentou aumentos nesses parâmetros. Não houve mudanças nem no	Os resultados sugerem que um DC pode ser uma abordagem dietética alternativa para diminuir a massa gorda e o tecido adiposo visceral sem diminuir a massa corporal magra; no entanto, pode não ser útil aumentar a massa muscular durante o balanço energético positivo em homens submetidos a treinamento de

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
			peso corporal total nem na massa corporal no CG.	resistência por 8 semanas.
Ketogenic diet benefits body composition and well-being but not performance in a pilot case study of New Zealand endurance athletes.	Zinn C et al. (2017)	Examinar os efeitos de uma dieta cetogênica sem controle calórico na composição corporal e resultados de desempenho de atletas de resistência, e avaliar as experiências dos atletas com a dieta cetogênica durante a intervenção de 10 semanas.	Todos os atletas aumentaram sua capacidade de utilizar gordura como fonte de combustível, inclusive em intensidades de exercício mais altas. O peso corporal médio foi reduzido em 4 kg. O tempo médio até a exaustão caiu ~2 min. Os atletas relataram experimentar níveis de energia reduzidos inicialmente, seguidos por um retorno de altos níveis posteriormente, especialmente durante o exercício, mas uma incapacidade de realizar facilmente sessões de alta intensidade. Cada atleta relatou ter experimentado um bem-estar aprimorado, incluindo recuperação aprimorada, melhorias nas condições da pele e redução da inflamação.	Apesar dos decréscimos de desempenho e de algumas experiências negativas, os atletas estavam ansiosos para seguir um estilo de alimentação modificado com baixo teor de carboidratos e alto teor de gordura devido aos benefícios inesperados à saúde que experimentaram.
Chronic and Postprandial Metabolic Responses to a Ketogenic Diet Compared to High-Carbohydrate and Habitual Diets in Trained Competitive Cyclists and Triathletes: A Randomized Crossover Trial.	Graybeal AJ et al. (2023)	Investigar as respostas metabólicas crônicas e pós-prandiais a um KD em comparação com uma dieta rica em carboidratos (HCD) e dieta habitual (HD) em ciclistas e triatletas competitivos treinados.	Não houve diferenças significativas em jejum (EE), taxa de troca respiratória (RER), oxidação de gorduras (FatOx) ou oxidação de carboidratos (CarbOx) entre as condições de dieta. Embora RER pós-prandial e CarbOx tenham sido consistentemente menores após a refeição DC, não houve diferenças no pico de RER pós-prandial, área incremental de RER sob a curva FatOx pós-prandial, pico de FatOx, ou FatOx iAUC entre as refeições DC e HD (dieta habitual).	Um DC não altera significativamente o EE crônico ou a utilização de substrato em comparação com um HCD ou HD; FatOx pós-prandial parece semelhante entre KD e HD; isso se deve potencialmente à alta flexibilidade metabólica de ciclistas e triatletas e às adaptações metabólicas feitas às dietas ocidentais com alto teor de gordura na prática. Existe possíveis prejuízos à saúde e ao desempenho decorrentes da restrição severa de carboidratos.
Changes in body composition	McSwiney FT et al. (2021)	Investigar os efeitos na utilização de	Após DC, $W_{\text{máx}}$ e $VO_2$ pico permaneceram inalterados, enquanto a	A DC de curto prazo resulta em perda de massa gorda e massa

TÍTULO	AUTOR/ ANO	OBJETIVO	RESULTADO	CONCLUSÃO
and substrate utilization after a short-term ketogenic diet in endurance-trained males.		substrato durante o exercício incremental e mudanças na composição corporal, em resposta ao consumo ad libitum de DC por sete dias por atletas de esportes de resistência	massa corporal, massa gorda e massa isenta de gordura (MLG) todos diminuíram. A taxa de troca respiratória foi menor e as taxas de oxidação de gordura foram maiores no POST em uma variedade de intensidades de exercício. A taxa máxima de oxidação de gordura foi ~1,8 vezes maior após DC	magra, aumento das taxas de oxidação de gordura e uma redução concomitante na utilização de CHO, mesmo em intensidades de exercício moderadas a altas.

A dieta cetogênica (DC) nada mais é que a restrição significativa da ingestão de carboidratos promovendo a produção de cetonas e levando a mudanças fisiológicas no metabolismo. Recentemente vem sendo muito discutida entre atletas de alta performance devido a diminuição da dependência do corpo por carboidratos. Os principais corpos cetônicos são acetoacetato, acetona e  $\beta$ -hidroxibutirato, estes são produzidos no fígado em condições de baixa disponibilidade de carboidratos, trabalhando como fonte alternativa para captação de energia para tecidos como músculo esquelético, coração e cérebro. Para conseguir produzir os corpos cetônicos, a ingestão de carboidratos deve ser reduzida há 50 g/dia ou 10% da ingestão calórica total/dia, a ingestão de proteínas é moderada a alta (1,2-1,5g/kg/d), a gordura, agora será a fonte primária de energia (60-80%) da ingestão diária<sup>1,2</sup>.

Várias organizações mundiais de nutrição esportiva recomendam dietas com alto teor de carboidratos (CHO) para melhorar o desempenho de atletas. A alta disponibilidade de CHO (HCHO) normalmente é alcançada através da ingestão dietética de CHO entre 24-36 horas antes do esporte praticado, normalizando ou compensar as concentrações de glicogênio muscular, restaurando o glicogênio hepático e fornecer liberação contínua de glicose do intestino durante a atividade de alta performance. Entretanto, dado a natureza competitiva dos atletas de alta performance e a dificuldade em consumir carboidratos nas quantidades preconizadas para melhorar o desempenho, é comum o interesse em modular o teor de CHO e gordura da dieta, buscando estratégias dietéticas alternativas para conseguir vantagem competitiva. Muitas dessas estratégias estão vinculadas a restrição de carboidratos, sendo a mais popular a dieta cetogênica<sup>3-5</sup>.

A dieta cetogênica promove a redução da massa corporal, melhorando as condições de saúde e gerenciando algumas patologias como a diabetes mellitus tipo 2, epilepsia e alguns tipos de neoplasias. Já a utilização dessa dieta para melhora do desempenho esportivo ainda é muito questionada. Alguns estudos evidenciam os efeitos benéficos em diminuir a massa corporal total e de gordura, melhorando a taxa de oxidação de gordura, que agora, se torna a principal fonte de energia para os atletas que aderem a DC, e a redução da taxa de utilização de glicogênio muscular durante o esforço físico. Não o bastante, a DC pode levar a fadiga central em treinos resistidos devido ao aumento dos ácidos graxos que leva a maior absorção pelo cérebro e consequentemente aumento da serotonina, neurotransmissor ligado a sensação de letargia e fadiga<sup>1,6-8</sup>.

As principais características avaliadas nos atletas de alta performance são a interação de alto pico de capacidade aeróbica ( $VO_{2máx}$ ), alta capacidade oxidativa muscular e alta economia de exercício. As estratégias de nutrição e treino podem assegurar a utilização das reservas de combustível muscular para que o ATP (adenosinatrifosfato) seja produzida<sup>7</sup>. Assim, alguns estudos mostram que a DC aumenta os custos de oxigênio do exercício, principalmente os de alta intensidade, logo, a disponibilidade de oxigênio pode se tornar um fator limitante na produção de energia, reduzindo o desempenho dos atletas<sup>3,9</sup>. Ainda, embora os níveis de  $VO_{2max}$  indiquem a capacidade de resistência, sendo que, quanto maior  $VO_{2máx}$ , maior a resistência, alguns estudos sugerem que esse preditor é impreciso, podendo não ser um indicador da capacidade de resistência, havendo uma heterogeneidade nos trabalhos devido a variabilidade dos estudos, dos fatores genéticos de cada atleta que influenciam diretamente no metabolismo<sup>19</sup>.

A DC, usada para a formação de corpos cetônicos, proporciona maior utilização de gordura para atletas de resistência, condição conhecida como adaptação de gordura, em situações em que o corpo normalmente utiliza glicogênio como fonte de energia. A adaptação a gordura pela dieta DC ocorre entre 5-6 dias e, acredita-se que esteja associada ao aprimoramento do desempenho e à economia de glicogênio. Além disso, é comum a utilização da DC por atletas de alta performance para a perda de peso e diminuição de massa gorda, podendo melhorar, assim, a velocidade ou a potência<sup>5</sup>.

Algumas pesquisas indicam que o treinamento com baixa disponibilidade de glicogênio no músculo pode promover uma melhora da resistência. Além disso, as DC reduzem o lactato após os exercícios, contribuindo para a recuperação muscular. A redução do consumo de carboidrato e, conseqüentemente, sua dependência, pode trazer resultados benéficos para os atletas de alta performance. Teoricamente, se esses atletas tolerassem a DC, os períodos de treinamento seriam mais longos, com mais energia e necessidade de reabastecimento diminuída, maximizando os benefícios aeróbicos do treinamento. Entretanto, ao analisar os trabalhos que discutem o tema DC e atletas e VO<sub>2</sub>máx, os resultados são variados não sendo possível concluir com exatidão seus benefícios<sup>19</sup>.

Embora a DC seja uma estratégia inteligente ao se pensar em perda de gordura corporal e aumento de massa magra e exista evidências de que a DC modifica a resposta celular, aumentando a mobilização, transporte, absorção e oxidação de gordura durante atividades físicas, podendo diminuir citocinas inflamatórias e fator neurotrófico produzido pelo cérebro, sendo uma ferramenta válida para o gerenciamento de estresse e manutenção da motivação<sup>2,4,7,16,17</sup>, a mesma não se mostrou adequada para aumento de força ou performance dos atletas<sup>1,5-8,13-15,18-21</sup>.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A dieta cetogênica é capaz de aprimorar a composição corporal após um período de cetoadaptação, diminuindo a massa gorda em atletas e conseqüentemente aumentando a % de massa magra, além disso, é muito empregada em portadores de doença crônica, melhorando seu quadro clínico e diminuindo a inflamação celular. Entretanto, através da análise dos artigos selecionados, poucos artigos mostraram melhora no desempenho dos atletas. A introdução da dieta cetogênica em atletas de alto rendimento não mostrou os benefícios esperados, como melhora do rendimento físico e performance no esporte. Mas, deve ser levado em consideração que a dieta cetogênica pode agir de diferentes formas a depender do organismo de cada atleta e da atividade física que o mesmo vem a praticar, além disso, os artigos selecionados contam com estudos de cetoadaptação muito curtos, por isso, mais estudos devem ser realizados para melhor compreensão da dieta cetogênica, analisando o seu contexto em



diferentes esportes que exigem alto rendimento e por um período maior de cetoadaptação. Os achados acabaram sendo limitados e heterogêneos, impedindo uma conclusão definitiva sobre a eficácia da dieta cetogênica em atletas de resistência.

## REFERÊNCIAS

1 Vargas S., Romance R., Petro JL., Bonilla DA., et al. Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018 Jul 9;15(1):31. doi: 10.1186/s12970-018-0236-9. PMID: 29986720; PMCID: PMC6038311.

2 Paoli A., Cenci L., Pompei P., Sahin N., et al. Effects of Two Months of Very Low Carbohydrate Ketogenic Diet on Body Composition, Muscle Strength, Muscle Area, and Blood Parameters in Competitive. *Natural Body Builders. Nutrients.* 2021 Jan 26;13(2):374. doi: 10.3390/nu13020374. PMID: 33530512; PMCID: PMC7911670.

3 Burke LM., Whitfield J., Heikura IA., Ross MLR., et al. Adaptation to a low carbohydrate high fat diet is rapid but impairs endurance exercise metabolism and performance despite enhanced glycogen availability. *J Physiol.* 2021 Feb;599(3):771-790. doi: 10.1113/JP280221. Epub 2020 Aug 19. PMID: 32697366; PMCID: PMC7891450.

4 McSwiney FT., Fusco B., McCabe L., Lombard A., et al. Changes in body composition and substrate utilization after a short-term ketogenic diet in endurance-trained males. *Biol Sport.* 2021 Mar;38(1):145-152. doi: 10.5114/biolsport.2020.98448. Epub 2020 Aug 30. PMID: 33795923; PMCID: PMC7996378.

5 Graybeal AJ., Kreutzer A., Moss K., Rack P., et al. Chronic and Postprandial Metabolic Responses to a Ketogenic Diet Compared to High-Carbohydrate and Habitual Diets in Trained Competitive Cyclists and Triathletes: A Randomized Crossover Trial. *Int J Environ Res Public Health.* 2023 Jan 8;20(2):1110. doi: 10.3390/ijerph20021110. PMID: 36673864; PMCID: PMC9859046.

6 Zinn C., Wood M., Williden M., Chatterton S., et al. Ketogenic diet benefits



body composition and well-being but not performance in a pilot case study of New Zealand endurance athletes. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017 Jul 12;14:22. doi: 10.1186/s12970-017-0180-0. PMID: 28706467; PMCID: PMC5506682.

7 Burke LM. Ketogenic low-CHO, high-fat diet: the future of elite endurance sport? *J Physiol.* 2021 Feb;599(3):819-843. doi: 10.1113/JP278928. Epub 2020 Jun 10. PMID: 32358802; PMCID: PMC7891323.

8 Cao J., Lei S., Wang X., Cheng S. The Effect of a Ketogenic Low-Carbohydrate, High-Fat Diet on Aerobic Capacity and Exercise Performance in Endurance Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2021 Aug 23;13(8):2896. doi: 10.3390/nu13082896. PMID: 34445057; PMCID: PMC8400555.

9 Burke LM., Sharma AP., Heikura IA., Forbes SF., et al. Crisis of confidence averted: Impairment of exercise economy and performance in elite race walkers by ketogenic low carbohydrate, high fat (LCHF) diet is reproducible. *PLoS One.* 2020 Jun 4;15(6):e0234027. doi: 10.1371/journal.pone.0234027. Erratum in: *PLoS One.* 2020 Jun 26;15(6):e0235592. PMID: 32497061; PMCID: PMC7272074.

10 Lima, A. A., Alexandre, U.C., & Santos, J. S. (2021). O uso da maconha (*Cannabis sativa* L.) na indústria farmacêutica: uma revisão. *Research, Society and Development*, 10(12), e46101219829. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.19829>

11 Lockwood C., Porrit K., Munn Z., et al. (2020). Chapter 2: Systematic reviews of qualitative evidence. In: Aromataris E., Munn Z. *JBIR Manual for Evidence Synthesis.* <https://doi.org/10.46658/JBIRM-17-02>

12 Adams FW., et al (2020) A fiel da formação continuada na perspectiva da educação especial para professores de Ciências. *Investigação, Sociedade e Desenvolvimento*, [S.1], 9(8), e182985430, 2020. 10.33448/rsd-v9i8.5430.

13 Koerich ACC., Borszcz FK., Thives MA., de Lucas RD., et al. Effects of the ketogenic diet on performance and body composition in athletes and trained adults: a systematic review and



Bayesian multivariate multilevel meta-analysis and meta-regression. - *Crit Rev Food Sci Nutr*;: 1-26, 2022 Jun 27.

14 Mujika, Iñigo. - Case Study: Long-Term Low-Carbohydrate, High-Fat Diet Impairs Performance and Subjective Well-Being in a World-Class Vegetarian Long-Distance Triathlete. - *Int J Sport Nutr Exerc Metab*;29(3): 339-344, 2019 May 01.

15 Wroble KA., Trott MN., Schweitzer GG., Rahman RS., et al. Low-carbohydrate, ketogenic diet impairs anaerobic exercise performance in exercise-trained women and men: a randomized-sequence crossover trial. - *J Sports Med Phys Fitness*;59(4): 600-607, 2019 Apr.

16 McSwiney FT., Wardrop B., Hyde PN., Lafountain RA., et al. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. - *Metabolism*;81: 25-34, 2018 04.

17 Antonio PA., Mancin L., Caprio M., Monti E., et al. Effects of 30 days of ketogenic diet on body composition, muscle strength, muscle area, metabolism, and performance in semi-professional soccer players. *J Int Soc Sports Nutr.* 2021 Sep 16;18(1):62. doi: 10.1186/s12970-021-00459-9. PMID: 34530857; PMCID: PMC8447662.

18 McSwiney FT., Doyle L., Plews DJ., Zinn C. Impact Of Ketogenic Diet On Athletes: Current Insights. *Open Access J Sports Med.* 2019 Nov 15;10:171-183. doi: 10.2147/OAJSM.S180409. PMID: 31814784; PMCID: PMC6863116.

19 Bailey CP., Hennessy E. A review of the ketogenic diet for endurance athletes: performance enhancer or placebo effect? *J Int Soc Sports Nutr.* 2020 Jun 22;17(1):33. doi: 10.1186/s12970-020-00362-9. PMID: 32571422; PMCID: PMC7310409.

20 Burke LM., Ross ML., Garvican-Lewis LA., Welvaert M., et al. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *J Physiol.* 2017 May 1;595(9):2785-2807. doi: 10.1113/JP273230. Epub 2017 Feb 14. PMID: 28012184; PMCID: PMC5407976.



21 Burke LM., Sharma AP., Heikura IA., Forbes SF., et al. Crisis of confidence averted: Impairment of exercise economy and performance in elite race walkers by ketogenic low carbohydrate, high fat (LCHF) diet is reproducible. PLoS One. 2020 Jun 4;15(6):e0234027. doi: 10.1371/journal.pone.0234027. Erratum in: PLoS One. 2020 Jun 26;15(6):e0235592. PMID: 32497061; PMCID: PMC7272074.