

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

Valmir Dutra dos Santos Junior

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS DURANTE O TREINO NO
DESEMPENHO DE PRATICANTES DE EXERCÍCIOS DE *ENDURANCE*: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA**

**RECIFE
2025**

Valmir Dutra dos Santos Junior

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS DURANTE O TREINO NO
DESEMPENHO DE PRATICANTES DE EXERCÍCIOS DE *ENDURANCE*: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Nutrição da
Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para obtenção do grau
de Nutricionista.

Área de concentração: Nutrição
esportiva

Orientador(a): Prof.^a Dra. Fabiana Cristina Lima da Silva Pastich Gonçalves

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Junior, Valmir Dutra dos Santos.

Efeitos da suplementação de carboidratos durante o treino no desempenho de praticantes de exercícios de endurance: uma revisão integrativa / Valmir Dutra dos Santos Junior. - Recife, 2025.

30 p., tab.

Orientador(a): Fabiana Cristina Lima da Silva Pastich Gonçalves

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Nutrição - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. carboidratos. 2. exercícios físicos. 3. endurance. 4. suplementação de carboidratos. I. Gonçalves, Fabiana Cristina Lima da Silva Pastich. (Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)

VALMIR DUTRA DOS SANTOS JUNIOR

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS DURANTE O TREINO NO
DESEMPENHO DE PRATICANTES DE EXERCÍCIOS DE *ENDURANCE*: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção de grau de Nutricionista.

Área de concentração: Nutrição Esportiva

Aprovado em: 14/08/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Fabiana Cristina Lima da Silva Pastich Gonçalves (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^o Dr. Carlos Augusto Carvalho de Vasconcelos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dra. Edigleide Maria Figueiroa Barretto (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

*Dedico este trabalho aos meus pais, Silvania e Valmir, e à minha querida avó Joana
(In memoriam), por todo amor, apoio e inspiração.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha mãe, Silvania Francisca, que me apoia em todos os momentos da minha vida, faz o possível e o impossível para o meu bem, é a minha maior inspiração, seu apelido de campeã vai muito além das suas conquistas na corrida, para mim, você é um exemplo de como ser alguém importante;

Agradeço também ao meu pai, Valmir Dutra, que compartilha comigo um nome que carrego com muito orgulho, um exemplo de pessoa bondosa, que sempre proporcionou e proporciona de tudo para sua família, sou grato por todo o suporte e sempre buscar o melhor para mim;

A minha irmã, Juliana Dutra e primos, Jorge Luiz, Jonas, Janaina, por todos os momentos engraçados, apoio na futura profissão, e conversas leves que alegram o dia de qualquer pessoa, compartilhar momentos com vocês é sempre especial;

A minha tia Cristiane Francisca, que sempre está presente quando eu preciso, esteve comigo durante vários momentos da minha vida e sempre me tira boas risadas e alegra todos com sua energia contagiante;

Aos meus avós Joana (*In memoriam*), Iraci, ao meu avô carinhosamente conhecido como Tatu (*In memoriam*) por todas as lembranças que compartilhamos, serei eternamente grato e levarei comigo as memórias, lembro de cada brincadeira e conselhos, vocês foram fundamentais para a minha formação como pessoa;

Aos meus amigos do colégio, Rodrigo Victor, Davi Oscar, Carlos Diogo, João Henrique, Luke, João Albuquerque, vocês tornavam os dias mais divertidos, compartilhamos muitos momentos engraçados e continuaremos compartilhando durante nossa vida;

Aos meus amigos da graduação, Robson, Juan, Lucas, Marcos, que compartilharam essa jornada comigo, vivenciando muitos desafios e momentos emocionantes proporcionados pela Federal;

Aos meus amigos de infância Theo, João e amigos que apareceram pelo caminho, Wanderson, Kim, Diu, Kayzer, compartilhamos muitas dias incríveis, e apesar de atualmente estarmos distantes, sempre lembrarei dos bons momentos;

Aos amigos Adriana e Vinícius, por todas as boas conversas e pelo apoio à minha futura profissão;

A minha preceptora de estágio Karolyne Mota, que me proporcionou muito conhecimento durante essa etapa da formação, agradeço por todo aprendizado e vivência;

Agradeço a professora Ruth Guilherme, por toda a ajuda durante a minha formação, pelos conselhos e ensinamentos que foram de grande valor para a minha vida;

Agradeço aos amigos que fiz durante meus períodos de estágio, Max, Talita, Maurilucio, Gabi, Anderson, Bruna. Foi um prazer conhecer vocês durante os últimos semestres da minha formação;

Agradeço também à minha orientadora, Fabiana Gonçalves, pela oportunidade e paciência durante todo o processo do TCC. Agradeço aos professores Carlos Vasconcelos, Edigleide e Leopoldina por terem aceito o convite de compor a minha banca. Agradeço também a todos os professores que estiveram presentes durante a minha formação, levarei comigo a contribuição de todos durante a minha carreira profissional.

RESUMO

A suplementação de carboidratos em exercícios de *endurance* é uma prática recorrente entre atletas e praticantes, visando otimizar o desempenho esportivo, no entanto, momento oportuno, tipo de carboidratos e dose-resposta ainda são fatores investigados. O objetivo do estudo foi compilar, analisar criticamente e sintetizar as evidências mais recentes sobre os efeitos da suplementação de carboidratos intra-treino no desempenho de praticantes de exercícios de *endurance*. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada por meio de buscas nas bases de dados PubMed e BVS, com recorte temporal de 2020 até junho de 2025. Foram incluídos artigos disponíveis gratuitamente, publicados em português, inglês ou espanhol, com foco em humanos. Ao todo, seis estudos foram selecionados. Os achados reforçam os benefícios da suplementação intra-treino com carboidratos, considerando doses de 30 a 90 g/h, ajustadas conforme a duração do exercício. O momento administrado leva em consideração a modalidade e individualidade do atleta, podendo ocorrer a cada 20 minutos ou em pontos fixos da prova. Em relação aos tipos de carboidratos utilizados, sugere-se a combinação de maltodextrina e frutose, principalmente em ingestões superiores a 60g/h, favorecendo a tolerância intestinal, redução de sintomas gastrointestinais e melhora dos marcadores inflamatórios, além de melhora na recuperação. Apesar dos resultados favoráveis, os estudos continuam investigando os efeitos de diferentes tipos de carboidratos a serem administrados a fim de reduzir os efeitos adversos gastrointestinais que podem estar relacionados ao consumo de carboidratos intra-treino. Estudos futuros envolvendo individualidades e diferentes ambientes de competição são necessários para recomendações mais precisas e personalizadas para os praticantes.

Palavras-chave: carboidratos; exercícios físicos; endurance; suplementação de carboidratos.

ABSTRACT

Carbohydrate supplementation during endurance exercise is a common practice among athletes and practitioners, aiming to optimize sports performance. However, the appropriate timing, type of carbohydrates, and dose-response are still factors under investigation. The objective of this review was to compile, critically analyze and synthesize the most recent evidence on the effects of intra-workout carbohydrate supplementation on the performance of endurance exercise practitioners. This integrative literature review was conducted through searches in the PubMed and BVS databases, covering the period from 2020 to June 2025. Only freely available articles published in Portuguese, English or Spanish and focused on human participants were included. A total of six studies were selected. The findings reinforce the benefits of intra-workout carbohydrate supplementation, recommending doses between 30 and 90 g/h, adjusted according to exercise duration. The timing of administration considers the sport modality and the athlete's individual characteristics, with intake occurring every 20 minutes or at fixed points during the event. Regarding the types of carbohydrates used, combining maltodextrin and fructose, particularly at intakes above 60 g/h, appears to enhance gastrointestinal tolerance, reduce gastrointestinal symptoms, improve inflammatory markers, and support recovery. Despite favorable results, research continues to explore the effects of different carbohydrate types to minimize gastrointestinal adverse effects potentially associated with intra-workout carbohydrate intake. Future studies considering individual characteristics and diverse competition environments are required to establish more precise and personalized recommendations for practitioners.

Keywords: carbohydrates, physical training, endurance, carbohydrate supplementation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. ATP (Adenosina Trifosfato)
2. BVS (Biblioteca Virtual em Saúde)
3. CFC (Protocolo com suplementação de carboidrato)
4. IL-6 (Interleucina-6)
5. FFC (Protocolo com suplementação de gordura)
6. GLUT5 (Transportador de Glicose 5)
7. SGLT1 (Cotransportador de Sódio-Glicose 1)
8. $\text{VO}_2\text{máx}$ (Consumo máximo de oxigênio)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos que investigaram os efeitos da suplementação de carboidratos intra-treino no desempenho de praticantes de exercícios de *endurance* 2020-2025.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Exercícios de endurance: demandas fisiológicas e energéticas.....	15
2.2	Papel dos carboidratos como substrato energético no exercício de endurance..	16
2.3	Estratégias de Suplementação de Carboidratos Intra-Treino.....	17
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	Objetivo Geral.....	18
3.2	Objetivos Específicos:.....	18
4	METODOLOGIA.....	19
5	RESULTADOS.....	22
6	DISCUSSÃO.....	25
7	CONCLUSÕES.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

Corrida de rua, ciclismo e triatlo são exemplos de modalidades de *endurance*. Esses exercícios envolvem esforços prolongados, muitas vezes superiores a uma hora, e exigem uma grande demanda energética ao organismo, sendo necessário o fornecimento constante de substratos energéticos para manutenção do desempenho. Entre as principais fontes energéticas utilizadas durante os exercícios de *endurance*, destacam-se os carboidratos, por permitirem rápida disponibilidade energética, auxiliarem na manutenção da glicemia e retardar o aparecimento da fadiga durante o exercício. Por essas razões, a suplementação de carboidratos intra-treino tem sido amplamente recomendada como uma estratégia nutricional para otimizar o desempenho físico, sendo cada vez mais aplicada tanto por atletas profissionais quanto por entusiastas de esportes de *endurance* (Cao *et al.*, 2025).

Nessa perspectiva, avanços nos estudos relacionados ao uso dos carboidratos durante o exercício permitiram recomendações mais específicas e personalizadas para os atletas. O carboidrato pode ser suplementado na forma de bebidas, géis ou fontes sólidas, adaptado de acordo com as necessidades do atleta. As recomendações levam em consideração a duração e a intensidade do exercício, com ingestões mais elevadas em eventos de longa duração. Uma das estratégias utilizadas para otimizar o aporte energético é a combinação de carboidratos que utilizam diferentes mecanismos de absorção, como a glicose e a frutose. Enquanto a glicose é transportada pelo Cotransportador de Sódio-Glicose 1 (SGLT1), cuja capacidade é limitada em altas ingestões, a frutose é absorvida por meio do Transportador de Glicose 5 (GLUT5), o que permite aproveitar vias distintas e aumentar a taxa total de absorção (Jeukendrup, 2014).

A literatura mostra que a suplementação de carboidratos durante o exercício atua por mais de um mecanismo. Além de fornecer substratos para a ressíntese de ATP, a presença de carboidratos na cavidade oral pode ativar áreas cerebrais relacionadas ao controle motor e à percepção de esforço, favorecendo o desempenho por meio de estímulos ao sistema nervoso central (Podlogar; Wallis, 2022).

Embora a suplementação intra-treino seja reconhecida por seus benefícios, a adesão a essa prática pode ser dificultada por problemas gastrointestinais. Entre os sintomas mais relatados por atletas de *endurance* estão náuseas, sensação de estufamento e desconforto abdominal, os quais podem prejudicar tanto o desempenho quanto o seguimento das orientações nutricionais (Jeukendrup, 2017).

Diante do exposto, torna-se pertinente a realização de uma revisão integrativa para compilar, analisar criticamente e sintetizar as evidências mais recentes sobre os efeitos da suplementação de carboidratos intra-treino no desempenho de praticantes de exercícios de *endurance*, com a intenção de contribuir para a prática clínica dos nutricionistas esportivos, treinadores e atletas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Exercícios de *endurance*: demandas fisiológicas e energéticas

Os exercícios de *endurance* exigem elevadas demandas fisiológicas ao organismo, tornando-se necessárias adaptações específicas que possibilitem a realização de esforços prolongados. Dentre os principais fatores fisiológicos relacionados ao desempenho destacam-se a capacidade aeróbia máxima ($\text{VO}_2\text{máx}$), a porcentagem dessa capacidade que pode ser sustentada ao longo do exercício e a eficiência mecânica do movimento, entendida como a quantidade de energia ou oxigênio necessária para sustentar determinada potência ou velocidade (Jones *et al.*, 2021).

Em competições de *endurance*, é comum que a intensidade de esforço se mantenha elevada, com os atletas sustentando uma faixa submáxima do seu $\text{VO}_2\text{máx}$. Essa condição exige ressíntese aeróbia de adenosina trifosfato (ATP) suficiente para prolongar o esforço, principalmente a partir da oxidação de carboidratos e lipídios. Nessa perspectiva, o desempenho depende não apenas do condicionamento cardiovascular, mas também da gestão adequada dos estoques energéticos (Burke *et al.*, 2019).

Em exercícios de longa duração, a predominância de vias metabólicas aeróbias faz com que a disponibilidade de carboidratos seja determinante para o rendimento. Sua oxidação apresenta maior eficiência energética por litro de oxigênio consumido quando comparada à dos lipídios, o que os torna essenciais em momentos de alta intensidade. A redução das reservas de glicogênio muscular, somada a uma ingestão insuficiente de carboidratos durante a prática, compromete a taxa de produção de ATP e acelera a instalação da fadiga (Spriet, 2014).

Considerando as elevadas demandas fisiológicas e energéticas impostas pelas modalidades de *endurance*, a capacidade de sustentar o fornecimento adequado de energia é um fator determinante para o desempenho. A predominância do uso de carboidratos em intensidades mais elevadas, já destacada por Spriet

(2014) e Burke et al. (2019), reforça a importância de compreender como esses substratos participam do metabolismo energético e influenciam a tolerância à fadiga.

2.2 Papel dos carboidratos como substrato energético no exercício de *endurance*

Os carboidratos atuam como importante fonte de energia para o organismo, e sua disponibilidade pode ser assegurada por diferentes vias. As reservas internas, conhecidas como fontes endógenas, incluem o glicogênio muscular, hepático e a glicose plasmática. Por outro lado, a ingestão durante a atividade, seja por suplementos ou alimentos, atua como fonte exógena e contribui para poupar os estoques corporais. A interação entre essas vias é determinante para garantir o aporte energético necessário para a continuidade do exercício (Alghannam *et al.*, 2021).

Existem diversas etapas fisiológicas que ocorrem decorrente da suplementação intra-treino, antes dos carboidratos serem utilizados pelo músculo. A utilização desse substrato depende da capacidade de absorção intestinal, no intestino delgado, proteínas transportadoras especializadas, como o SGLT1 e o GLUT5, atuam facilitando a passagem dos carboidratos para a circulação portal, que age direcionando a glicose ao fígado, podendo ser armazenada temporariamente ou liberada para a corrente sanguínea. Complicações nas etapas envolvendo a absorção intestinal ou a utilização pelo músculo esquelético comprometem o efeito ergogênico da suplementação (Malone *et al.*, 2021).

Estratégias que garantem o consumo adequado de carboidratos, mantendo as reservas endógenas elevadas são fundamentais para a manutenção do desempenho em exercícios de longa duração. Entretanto, quando ocorre o esgotamento do glicogênio armazenado, acontecem alterações metabólicas que afetam a velocidade da ressíntese de ATP, favorecendo assim o surgimento da fadiga e dificultando o atleta manter o desempenho do exercício (Podlogar; Wallis, 2022).

Estudos mostram que treinos praticados com ingestão alta de carboidratos podem aprimorar a capacidade de absorção intestinal. Isso ocorre devido a adaptações fisiológicas que aprimoram a eficiência dos transportadores SGLT1 e GLUT5, permitindo que o atleta tolere maiores quantidades de carboidratos apresentando menos sintomas gastrointestinais. (Malone *et al.*, 2021).

2.3 Estratégias de Suplementação de Carboidratos Intra-Treino

No estudo de Bourdas *et al.* (2021), foi observado que a suplementação de carboidratos intra-treino apresenta melhor efeito em exercícios com duração superior a uma hora. Além disso, é destacado pelos autores que a efetividade pode variar conforme características individuais, como nível de treinamento, modalidade esportiva e adaptação do atleta à suplementação.

As diretrizes de ingestão de carboidratos durante exercícios de longa duração indicam diferentes quantidades conforme o tempo do esforço. Para exercícios com duração de uma a duas horas, recomenda-se de 30 a 60 g/h, utilizando fontes únicas ou combinadas de carboidratos, já em esforços de duração superior a duas horas e meia, pode ser administrado até 90 g/h, sendo necessária a combinação de carboidratos que utilizem múltiplos transportadores (Jeukendrup, 2014).

Burke *et al.* (2019) ressaltam que, embora as diretrizes forneçam faixas de ingestão de carboidratos baseadas no tempo de prova, a aplicação prática deve considerar a modalidade, a intensidade e a estratégia adotada pelo atleta. É importante que haja o fracionamento das doses, para otimizar a absorção e, consequentemente, reduzir as chances do atleta apresentar desconfortos intestinais. Esse fracionamento depende da tolerância individual, podendo ser ajustado conforme experiências já testadas pelo atleta.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Compilar, analisar criticamente e sintetizar as evidências mais recentes sobre os efeitos da suplementação de carboidratos intra-treino no desempenho de praticantes de exercícios de *endurance*.

3.2 Objetivos Específicos:

- Identificar a dose ideal de carboidrato;
- Verificar o momento oportuno da suplementação;
- Investigar os efeitos de diferentes tipos de carboidrato.

4 METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão integrativa da literatura, na qual foram selecionados 6 estudos publicados entre 2020 e 2025, com o objetivo de reunir e sintetizar evidências científicas disponíveis sobre os efeitos da suplementação de carboidratos durante o exercício físico no desempenho de praticantes de atividades de *endurance*, utilizando a seguinte pergunta norteadora: “Quais as doses, a periodização e os efeitos da suplementação de carboidratos durante o exercício sobre o desempenho físico de praticantes de atividades de *endurance*?”.

As etapas da revisão integrativa seguiram o seguinte processo:

- 1ª Etapa: definição da pergunta norteadora, objetivos da pesquisa, critérios de inclusão e exclusão dos estudos;
- 2ª Etapa: realização da busca dos artigos nas bases de dados;
- 3ª Etapa: seleção dos estudos por título, leitura dos resumos e leitura na íntegra, conforme os critérios estabelecidos;
- 4ª Etapa: extração e categorização das informações relevantes dos estudos;
- 5ª Etapa: análise crítica dos estudos incluídos;
- 6ª Etapa: apresentação e discussão dos resultados.

Os estudos incluídos nesta revisão integrativa apresentaram como objeto de investigação os efeitos da suplementação de carboidratos durante o exercício físico sobre o desempenho de praticantes de atividades de *endurance*, sendo conduzidos exclusivamente com seres humanos. Para o levantamento dos artigos na literatura, foram utilizadas as bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). As estratégias de busca envolveram o uso de descritores controlados e palavras-chave, combinadas com operadores booleanos AND e OR, conforme a estrutura específica de cada base:

PubMed: (“Dietary Supplements”) AND (Carbohydrates) AND (“Physical Endurance”);

BVS: ("Suplementos Nutricionais" OR "Dietary Supplements" OR "Suplementos Dietéticos") AND (carboidratos OR carbohydrates OR carbohidratos) AND ("Resistência Física" OR "Physical Endurance" OR "Resistencia Física") AND instance:"lilacsplus".

Foram aceitos apenas estudos que atendessem aos seguintes critérios de inclusão:

- a) Publicados nos últimos 5 anos;
- b) Publicados nos idiomas português, inglês ou espanhol;
- c) Realizados com indivíduos humanos praticantes de atividades de *endurance*;
- d) Que investigassem a suplementação de carboidratos administrada durante o exercício físico;
- e) Disponíveis em texto completo gratuito, com resumo acessível.

Os critérios de exclusão adotados foram:

- a) Estudos que avaliaram carboidratos em combinação com outras substâncias ergogênicas;
- b) Estudos realizados com idosos.

A busca foi realizada no mês de junho de 2025. Na base PubMed, a busca inicial resultou em 307 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e leitura dos títulos, 17 artigos foram selecionados. A leitura dos resumos reduziu esse número para 9, e após a leitura completa dos textos, permaneceram 6 artigos. Na base BVS, a busca inicial identificou 145 artigos; após o filtro por data de publicação (últimos cinco anos), restaram 19. Após a leitura dos títulos, restaram 11 artigos. Contudo, após exclusão de duplicatas e análise dos resumos, nenhum artigo da BVS atendeu aos critérios de inclusão.

O processo de seleção pode ser descrito da seguinte forma:

- 1) Registros identificados nas bases (PubMed e BVS): 452
- 2) Registros após remoção de duplicatas, critérios de inclusão e exclusões por título: 28

- 3) Registros lidos por resumo: 20
- 4) Registros lidos na íntegra: 17
- 5) Registros excluídos após leitura completa: 11
- 6) Estudos incluídos na revisão integrativa: 6

5 RESULTADOS

Com base nos critérios de seleção estabelecidos, foram selecionados 6 artigos dos últimos 5 anos, onde buscou-se analisar os principais estudos sobre os efeitos da suplementação de carboidratos intra-treino no desempenho de praticantes de exercícios de *endurance*, por meio de uma revisão integrativa da literatura científica.

Na Tabela 1 a seguir, apresenta-se a síntese dos artigos incluídos na presente revisão.

Tabela 1. Artigos que investigaram os efeitos da suplementação de carboidratos intra-treino no desempenho de praticantes de exercícios de *endurance* 2020-2025.

Título	Autores/ ano	Amostra	Objetivos	Principais resultados
Effects of Maltodextrin-Fructose Supplementation on Inflammatory Biomarkers and Lipidomic Profile Following Endurance Running: A Randomized Placebo-Controlled Cross-Over Trial	Righetti et al., 2024	Ensaio clínico randomizado cruzado, controlado por placebo com 26 corredores de longa distância do sexo masculino e feminino, saudáveis, capazes de completar 15 km em menos de 65 minutos, indivíduos.	Investigar o impacto da suplementação intra-treino de carboidratos (maltodextrina-frutose 2:1) para corredores de <i>endurance</i> no estresse inflamatório pós-exercício.	O estudo mostrou que a suplementação antes, durante e após uma corrida de 15 km, com carboidratos na proporção maltodextrina-frutose 2:1 ameniza as respostas inflamatórias agudas e o estresse metabólico induzido pelo exercício, contendo efeitos positivos para a recuperação e desempenho em treinos frequentes de alta intensidade.
Repetitive Feeding-Challenge With Different Nutritional Densities on Markers of Gastrointestinal Function, Substrate Oxidation, and	Martinez et al., 2025	Ensaio controlado, randomizado com 44 atletas amadores de <i>endurance</i> , de ambos os sexos, com idade média de 37 ± 11 anos (grupo FFC) e	Investigar os efeitos de dois protocolos alimentares de 7 dias na função, tolerância intestinal e desempenho de atletas utilizando grande quantidades de	Os protocolos reduziram a incidência e a severidade dos sintomas gastrointestinais durante o exercício em ambos os grupos, sem diferenças significativas entre eles, além disso, demonstraram melhoras no

Endurance Exercise Performance		34 ± 10 anos (grupo CFC).	carboidrato durante o exercício (87 g/h).	desempenho na corrida.
Carbohydrate Hydrogel Products Do Not Improve Performance or Gastrointestinal Distress During Moderate-Intensity Endurance Exercise	King; Rowe; Burke, 2020	6 estudos incluídos na revisão sistemática, sendo 4 realizados apenas com atletas do sexo masculino e 2 com ambos os sexos. As amostras variaram entre 8 a 14 atletas de <i>endurance</i> , os exercícios incluíram ciclismo, corrida e esqui <i>cross-country</i> .	Avaliar se a suplementação de carboidratos na forma de hidrogel oferece melhora do desempenho e reduz sintomas gastrointestinais em comparação às bebidas esportivas e géis tradicionais durante o exercício de <i>endurance</i> .	Até o momento do estudo, não é comprovado vantagens do uso de hidrogel em relação ao uso de soluções tradicionais de carboidrato no desempenho e nos sintomas gastrointestinais. É necessário a realização de pesquisas futuras em intensidades de exercício mais altas.
Enhancing Performance in Young Athletes: A Systematic Review of Acute Supplementation Effect	Gruska et al., 2024	16 estudos incluídos na revisão sistemática. Esses estudos tinham de 7 a 58 participantes, com idade de 10 a 17 anos, de ambos os sexos, sendo eles atletas profissionais e entusiastas de diferentes esportes.	Sintetizar as evidências dos efeitos da suplementação aguda em atletas jovens, no desempenho físico e cognitivo.	Foram mostradas evidências de que a suplementação de carboidratos durante exercícios prolongados melhora a capacidade de resistência, prolongando o tempo até a exaustão e adiando a fadiga em atletas jovens.
Trehalose Improved 20-min Cycling Time-Trial Performance After 100-min Cycling in Amateur Cyclists	De Oliveira et al., 2024	Ensaio clínico cruzado, randomizado, controlado por placebo. 13 ciclistas amadores, do sexo masculino com idade	Investigar os efeitos da suplementação de carboidratos de diferentes índices glicêmicos (trealose, isomaltulose e	A suplementação com trealose promoveu um melhor desempenho em relação ao placebo, durante um ciclismo de 120 minutos. Entretanto, isso não implica superioridade ergogênica em relação

		média de 38 ± 7 anos.	maltodextrina) no desempenho e respostas metabólicas durante 120 minutos de ciclismo.	às outras formas de carboidrato testadas, pois a trealose, isomaltulose e maltodextrina geram respostas semelhantes no desempenho.
A Review of Carbohydrate Supplementati on Approaches and Strategies for Optimizing Performance in Elite Long-Distance Endurance	Cao et al., 2025	Revisão narrativa, qualitativa e não sistemática, incluindo estudos sobre suplementação de carboidratos em atletas de <i>endurance</i> , selecionados nas bases PubMed, Google Scholar e Web of Science, com foco em publicações recentes e relevantes para o desempenho esportivo.	Analisar os fatores que afetam a eficácia da suplementação de carboidratos e sintetizar estratégias nutricionais realizadas por atletas de <i>endurance</i> para a otimização do desempenho.	Os estudos demonstraram que, para exercícios de <i>endurance</i> com duração superior a 150 minutos, recomenda-se a ingestão de 60 a 90 g/h de carboidrato. Enquanto em exercícios com 60 a 150 minutos de duração, a ingestão de 30 a 60 g/h é considerada suficiente. Manter os níveis de glicose no sangue estáveis, ou permitir que aumentem gradualmente ao longo da competição, é considerado um estado metabólico ideal para atender às demandas energéticas dessas atividades e otimizar o desempenho.

Fonte: Própria

Nota: FFC = protocolo com suplementação de gordura (Fat Feeding-Challenge);

CFC = protocolo com suplementação de carboidratos (Carbohydrate Feeding-Challenge).

Fonte: Adaptado de Martinez et al. (2025).

6 DISCUSSÃO

Embora a eficácia da suplementação de carboidratos durante exercícios de *endurance* seja amplamente reconhecida e comprovada, os resultados desta revisão indicam que não há consenso quanto à superioridade de tipos específicos de carboidratos sobre outros. Estudos que compararam diferentes tipos, como trealose, isomaltulose, maltodextrina ou soluções em formato de hidrogel, não identificaram vantagens ergogênicas significativas quando as doses foram equivalentes, observando apenas pequenas variações na resposta glicêmica ou na tolerância gastrointestinal (De Oliveira et al., 2024; King; Rowe; Burke, 2020).

Dessa forma, os achados reforçam que a escolha do tipo de carboidrato depende mais de aspectos individuais, como sintomas gastrointestinais, palatabilidade e praticidade de consumo durante a prova, do que de um efeito ergogênico superior relacionado especificamente a um único tipo de suplemento.

A questão da tolerância gastrointestinal, já mencionada como um critério relevante na escolha entre os tipos de carboidratos, também ganha destaque quando se analisa a viabilidade de ingestões mais elevadas. Nesse sentido, Martinez et al. (2025) investigaram os efeitos de dois protocolos distintos de adaptação gastrointestinal, realizados ao longo de sete dias, em que atletas de *endurance* recreacionais foram expostos a suplementos com altas densidades energéticas baseadas predominantemente em carboidratos ou em gordura. Após esse período, todos os participantes realizaram uma corrida de três horas com ingestão de 87 g/h de carboidratos. Os resultados mostraram que, após o período de adaptação, ambos os protocolos promoveram uma redução significativa nos sintomas gastrointestinais durante o exercício, com diminuição entre 30% e 40% em comparação ao momento anterior à intervenção, e apresentaram prevalência reduzida de má absorção de carboidratos.

Com base nesses achados, torna-se evidente que a capacidade de tolerar grandes quantidades de carboidrato durante o exercício pode ser aprimorada por meio de protocolos específicos de adaptação. Essa abordagem se alinha às

diretrizes que recomendam ingestão de até 90 g/h em exercícios prolongados (Jeukendrup, 2014; Cao et al., 2025).

A influência de fatores individuais sobre os efeitos da suplementação de carboidratos foi evidenciada em estudos com atletas jovens, que apresentam características fisiológicas distintas de adultos, como menor capacidade de armazenamento de glicogênio e maior taxa de oxidação de carboidratos por quilo de peso corporal. A revisão sistemática conduzida por Gruska et al. (2024) revelou que as ingestões variando entre 0,8 e 1,5 g/kg de peso corporal, administradas de forma fracionada durante o exercício, foram eficazes para melhorar a resistência dos atletas.

Essas quantidades se aproximaram das diretrizes adotadas para adultos, que recomendam a ingestão de 30 a 60 g/h em atividades com duração entre 60 e 150 minutos, e de 60 a 90 g/h para esforços superiores a 150 minutos, conforme consolidado por Jeukendrup (2014) e retomado por Cao et al. (2025), considerando o peso médio de atletas em idade juvenil. Entretanto, ainda não existe consenso de uma dose ideal e os estudos utilizaram diferentes doses, formas de administração e tipos de carboidratos, mostrando-se necessária uma padronização metodológica nos estudos futuros.

Outro ponto fundamental, que foi investigado na revisão conduzida por Cao et al. (2025), destaca que fatores como calor, umidade, altitude e até a temperatura do suplemento consumido podem impactar diretamente a função gastrointestinal e a absorção de nutrientes. Cenários adversos, como ambientes com temperaturas elevadas, podem intensificar o desconforto digestivo, exigindo adaptações na forma de administração do carboidrato, fazendo-se necessário utilizar soluções mais diluídas ou em temperatura ambiente. Esses resultados reforçam que, além da quantidade ingerida, a tolerância e o contexto em que a suplementação é realizada são fatores determinantes.

Além dos impactos sobre o desempenho, a suplementação de carboidratos também pode influenciar a resposta inflamatória aguda induzida pelo exercício. Em um ensaio clínico randomizado, controlado por placebo e com delineamento

cruzado, Righetti et al. (2024) investigaram os efeitos da ingestão de 80 g/h de uma solução contendo maltodextrina e frutose na proporção 2:1, administrada antes, durante e após uma corrida de 15 km a 90% do $\text{VO}_2\text{máx}$. A intervenção resultou em reduções significativas nos níveis de marcadores inflamatórios nas primeiras 24 horas após o exercício, incluindo leucócitos totais, neutrófilos, IL-6, proteína C reativa e cortisol. Os autores destacam que o uso combinado de diferentes tipos de carboidrato pode aumentar a taxa de absorção e oxidação, ao mesmo tempo em que contribui para a atenuação do estresse metabólico. Apesar da intervenção atuar também nos períodos pré e pós-exercício, os achados reforçam o potencial da suplementação intra-treino como parte de uma estratégia para mitigar a inflamação e favorecer a recuperação em exercícios de *endurance* de alta intensidade (Righetti et al., 2024).

Apesar do avanço nos estudos, ainda existem limitações relevantes, o número baixo de participantes, principalmente do sexo feminino, além da falta de controle sobre o ciclo menstrual em alguns casos. Observa-se também grande variação nos protocolos de suplementação, quanto à dose, forma de ingestão e características do exercício, o que dificulta comparações diretas. Além disso, há poucas pesquisas com atletas de elite e estudos que integrem simultaneamente fatores fisiológicos, ambientais e individuais. Estudos futuros mais padronizados e abrangentes mostram-se necessários para aprimorar as recomendações práticas em diferentes contextos do esporte de *endurance*, considerando as particularidades de cada indivíduo.

7 CONCLUSÕES

Ainda que as recomendações gerais sobre as quantidades ingeridas de carboidratos durante exercícios de *endurance* estejam bem definidas, os estudos seguem investigando diferentes tipos e formas de ingestão, com o objetivo de identificar estratégias mais eficazes e bem toleradas para diferentes perfis de atletas e situações de prova. Entretanto, o número reduzido de participantes, a escassez de investigações com mulheres e a ausência de controle sobre variáveis fisiológicas específicas, como o ciclo menstrual, contribuem para a variabilidade dos resultados. De forma geral, os achados desta revisão reforçam os benefícios da suplementação intra-treino com carboidratos, considerando doses de 30 a 90 g/h, ajustadas conforme a duração do exercício. O momento administrado leva em consideração a modalidade e individualidade do atleta, podendo ocorrer a cada 20 minutos ou em pontos fixos da prova. Em relação aos tipos utilizados, é interessante a combinação de maltodextrina e frutose, principalmente em ingestões superiores a 60g/h, favorecendo a tolerância intestinal e melhora na recuperação. Entretanto, estudos futuros mais padronizados, que considerem as particularidades dos atletas e os diferentes ambientes mostram-se pertinentes para aprimorar as recomendações práticas voltadas à melhoria do desempenho em esportes de *endurance*.

REFERÊNCIAS

ALGHANNAM, Abdullah F.; GHAITH, Mazen M.; ALHUSSAIN, Maha H. Regulation of Energy Substrate Metabolism in Endurance Exercise. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 9, p. 4963, 7 maio 2021.

BOURDAS, Dimitrios I. *et al.* Meta-Analysis of Carbohydrate Solution Intake during Prolonged Exercise in Adults: From the Last 45+ Years' Perspective. **Nutrients**, v. 13, n. 12, p. 4223, dez. 2021.

BURKE, Louise M. *et al.* Contemporary Nutrition Strategies to Optimize Performance in Distance Runners and Race Walkers. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 29, n. 2, p. 117–129, 2019.

CAO, Wei *et al.* A Review of Carbohydrate Supplementation Approaches and Strategies for Optimizing Performance in Elite Long-Distance Endurance. **Nutrients**, v. 17, n. 5, p. 918, 6 mar. 2025.

DE OLIVEIRA, Nathan Gobbi *et al.* Trehalose Improved 20-min Cycling Time-Trial Performance After 100-min Cycling in Amateur Cyclists. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 34, n. 4, p. 199–206, 1 jul. 2024.

GRUSKA, Nina *et al.* Enhancing Performance in Young Athletes: A Systematic Review of Acute Supplementation Effects. **Nutrients**, v. 16, n. 24, p. 4304, 13 dez. 2024.

JEUKENDRUP, Asker. A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise. **Sports Medicine**, v. 44, n. 1, p. 25–33, 1 maio 2014.

JEUKENDRUP, Asker E. Training the Gut for Athletes. **Sports Medicine**, v. 47, n. 1, p. 101–110, 1 mar. 2017.

JONES, Andrew M. *et al.* Physiological demands of running at 2-hour marathon race pace. **Journal of Applied Physiology**, v. 130, n. 2, p. 369–379, fev. 2021.

KING, Andy J.; ROWE, Joshua T.; BURKE, Louise M. Carbohydrate Hydrogel Products Do Not Improve Performance or Gastrointestinal Distress During Moderate-Intensity Endurance Exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 30, n. 5, p. 305–314, 1 set. 2020.

MALONE, James J.; HULTON, Andrew T.; MACLAREN, Don P. M. Exogenous carbohydrate and regulation of muscle carbohydrate utilisation during exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 5, p. 1255–1269, 1 maio 2021.

MARTINEZ, Isabel G. *et al.* Repetitive Feeding-Challenge With Different Nutritional Densities on Markers of Gastrointestinal Function, Substrate Oxidation, and

Endurance Exercise Performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 35, n. 3, p. 173–191, 1 maio 2025.

PODLOGAR, Tim; WALLIS, Gareth A. New Horizons in Carbohydrate Research and Application for Endurance Athletes. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 52, n. Suppl 1, p. 5–23, dez. 2022.

RIGHETTI, Stefano *et al.* Effects of Maltodextrin-Fructose Supplementation on Inflammatory Biomarkers and Lipidomic Profile Following Endurance Running: A Randomized Placebo-Controlled Cross-Over Trial. **Nutrients**, v. 16, n. 18, p. 3078, 12 set. 2024.

SPRIET, Lawrence L. New Insights into the Interaction of Carbohydrate and Fat Metabolism During Exercise. **Sports Medicine (Auckland, N.z.)**, v. 44, n. Suppl 1, p. 87–96, 2014.