

A importância do carboidrato para desempenho esportivo em atletas de corrida: uma revisão integrativa de literatura

The importance of carbohydrate for sports performance in running athletes: an integrative literature review

La importancia de los carbohidratos para el rendimiento deportivo en atletas corredores: una revisión integrativa de la literatura

Recebido: 06/06/2023 | Revisado: 14/06/2023 | Aceitado: 15/06/2023 | Publicado: 20/06/2023

Caio Nunes dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4972-5795>
Centro Universitário de Brasília, Brasil
E-mail: caio.nunessantos87@gmail.com

Luci Kelly Vaz Denadai

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7004-9358>
Centro Universitário de Brasília, Brasil
E-mail: kellyvaznutri@gmail.com

Michele Ferro de Amorim Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0387-1509>
Centro Universitário de Brasília, Brasil
E-mail: michele.amorim@ceub.edu.br

Resumo

Objetivo: Discutir sobre a relevância dos carboidratos para praticantes da modalidade de corridas, enfatizando estratégias que otimizem o desempenho esportivo. **Metodologia:** trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada a partir da busca por publicações científicas indexadas nas bases de dados: MEDLINE via PubMed, Scientific Electronic Library Online (Scielo), Dynamed, Dialnet, bem como as plataformas de busca do UniCEUB, a partir de artigos científicos, livros e revistas científicas no idioma da língua portuguesa e língua inglesa. Os seguintes descritores foram utilizados: carboidratos, corredores, desempenho esportivo, esporte, nutrição, endurance e suplementação. Ao final das buscas, 10 publicações atenderam aos critérios de elegibilidade e foram selecionadas para compor o estudo. **Resultados:** diante dos achados extraídos dos estudos selecionados, percebeu-se que a ingestão de carboidratos é de fundamental importância para a performance dos atletas de corrida. Incorporar vários carboidratos, como glicose e frutose, na mesma mistura pode produzir resultados notáveis. Além disso, foi demonstrado que o enxaguante bucal contendo carboidratos parece ser um método inteligente para os corredores utilizarem a fim de melhorar o desempenho físico na corrida, evitando o desconforto de problemas gastrointestinais. **Conclusão:** O presente estudo permitiu conscientizar os corredores sobre a necessidade da ingestão adequada de carboidratos durante os treinos e competições, bem como estratégias nutricionais para obter uma boa performance, um melhor desempenho nos treinos e, consequentemente, um aumento na qualidade de vida.

Palavras-chave: Carboidratos; Corrida; Desempenho Esportivo; Esporte; Nutrição; Endurance; Suplementação.

Abstract

Objective: To discuss the relevance of carbohydrates for runners, emphasizing strategies that optimize sports performance. **Methodology:** this is an integrative literature review, carried out from the search for scientific publications indexed in the databases: MEDLINE via PubMed, Scientific Electronic Library Online (Scielo), Dynamed, Dialnet, as well as the UniCEUB search platforms, based on scientific articles, books and scientific magazines in Portuguese and English. The following descriptors were used: carbohydrates, runners, sports performance, sport, nutrition, endurance and supplementation. At the end of the searches, 10 publications met the eligibility criteria and were selected to compose the study. **Results:** in view of the findings extracted from the selected studies, it was noticed that carbohydrate intake is of fundamental importance for the performance of running athletes. Incorporating multiple carbohydrates, such as glucose and fructose, into the same mixture can produce remarkable results. Furthermore, it has been shown that mouthwash containing carbohydrates appears to be a smart method for runners to use in order to improve physical performance in running while avoiding the discomfort of gastrointestinal problems. **Conclusion:** The present study made runners aware of the need for adequate carbohydrate intake during training and competitions, as well as nutritional strategies to obtain a good performance, a better performance in training and, consequently, an increase in quality of life.

Keywords: Carbohydrates; Running; Sports Performance; Sport; Nutrition; Endurance; Supplementation.

Resumen

Objetivo: Discutir la relevancia de los carbohidratos para los corredores, enfatizando las estrategias que optimizan el rendimiento deportivo. **Metodología:** se trata de una revisión integrativa de la literatura, realizada a partir de la búsqueda de publicaciones científicas indexadas en las bases de datos: MEDLINE vía PubMed, Scientific Electronic Library Online (Scielo), Dynamed, Dialnet, así como las plataformas de búsqueda UniCEUB, a partir de artículos científicos, libros y revistas científicas en portugués e inglés. Se utilizaron los siguientes descriptores: carbohidratos, corredores, rendimiento deportivo, deporte, nutrición, resistencia y suplementación. Al final de las búsquedas, 10 publicaciones cumplieron con los criterios de elegibilidad y fueron seleccionadas para componer el estudio. **Resultados:** a la vista de los hallazgos extraídos de los estudios seleccionados, se percibió que la ingesta de carbohidratos es de fundamental importancia para el rendimiento de los atletas corredores. La incorporación de múltiples carbohidratos, como glucosa y fructosa, en la misma mezcla puede producir resultados notables. Además, se ha demostrado que los enjuagues bucales que contienen carbohidratos parecen ser un método inteligente para que los corredores lo usen para mejorar el rendimiento físico en la carrera y evitar las molestias de los problemas gastrointestinales. **Conclusión:** El presente estudio sensibilizó a los corredores sobre la necesidad de una adecuada ingesta de carbohidratos durante los entrenamientos y competencias, así como estrategias nutricionales para obtener un buen rendimiento, un mejor rendimiento en los entrenamientos y, consecuentemente, un aumento en la calidad de vida.

Palabras clave: Carbohidratos; Carrera; Rendimiento Deportivo; Deporte; Nutrición; Resistencia; Suplementación.

1. Introdução

A fonte primária de energia do ser humano é o carboidrato (CHO), que é formado por moléculas de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Sendo classificados em: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, cujo valor energético é igual ao das proteínas, que fornecem 4 kcal para cada grama (Mcardle, et al. 2010).

Apesar de serem a principal fonte de energia, eles têm uma variedade de efeitos benéficos no corpo, incluindo aqueles na produção de hormônios e neurotransmissores, metabolismo, eficiência metabólica, sensibilidade à insulina e microbiota intestinal (Dáttilo & Longo, 2019) Os carboidratos são categorizados com base no grau de complexidade estrutural, são ingeridos na forma de moléculas complexas (amido) ou simples (glicose) e invariavelmente transformados pela digestão, em monossacarídeos (carboidratos simples): glicose, frutose e galactose (Pereira, 2012).

A importância do uso dos carboidratos como fonte de energia durante a prática de diversas modalidades esportivas tem sido reconhecida desde o começo do século passado. Este macronutriente compõe a maior fonte de energia na dieta de humanos, representando cerca de 40 a 80% da energia total consumida, e seu uso como recurso ergogênico para aumentar o desempenho esportivo é indicado por consistir em um substrato determinante no aumento da performance (De Sousa Mourão, 2006).

Atualmente, um grande número de indivíduos participa da corrida de rua, devido à simplicidade de sua prática, bem como às vantagens para a saúde e ao baixo custo. A popularidade da corrida de rua cresceu por esses e outros motivos. A Federação Internacional de Associações de Atletismo/IAAF (2005) passou a definir Corridas de Estrada como aquelas disputadas em circuitos de rua, avenidas e estradas com extensão oficial variando de 5 a 100km. Nesse contexto, o desempenho é influenciado pela genética, condições ambientais, temperatura, umidade, tempo, tipo de treinamento e alimentação (Henrique e Azevedo, 2015). O primeiro estudo conhecido demonstrando a utilidade da glicose como fonte de energia chave para corredores de longa distância foi realizado em 1924. Corredores de maratona desenvolveram hipoglicemia com exaustão, de acordo com o estudo.

Desde então, vários estudos afirmaram que a glicose é um macronutriente importante para manter o desempenho em atividades de longo prazo (Rosa Neto, et al. 2019). Ainda no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, pesquisadores investigaram os efeitos do consumo de carboidrato durante o exercício na atividade e no metabolismo. Consumir carboidrato durante o exercício é uma prática comum em muitos esportes, principalmente esportes de resistência como a corrida. Quando comparada a uma dieta regular (50%) e baixa (10%) de carboidrato, uma dieta rica em carboidrato (70% da energia dietética de CHO) e grandes reservas de glicogênio muscular parece aumentar a capacidade de resistência (Jeukendrup, 2004). Embora o conhecimento da fisiologia e da nutrição humana, bem como as alterações dietéticas e a suplementação com nutrientes

específicos com o intuito de melhorar a performance física tenham aumentado muito neste século, verifica-se que um dos problemas mais difíceis na nutrição esportiva foi tentar obter a quantidade suficiente de nutrientes corretos e disponíveis para o atleta (Mamus Gomes e Santos, 2011). Com base no exposto, observa-se a importância do carboidrato para o melhor desempenho esportivo dos corredores, portanto, o presente estudo visa discutir sobre a relevância dos carboidratos para praticantes de corridas, enfatizando estratégias que otimizem o desempenho esportivo para essa modalidade.

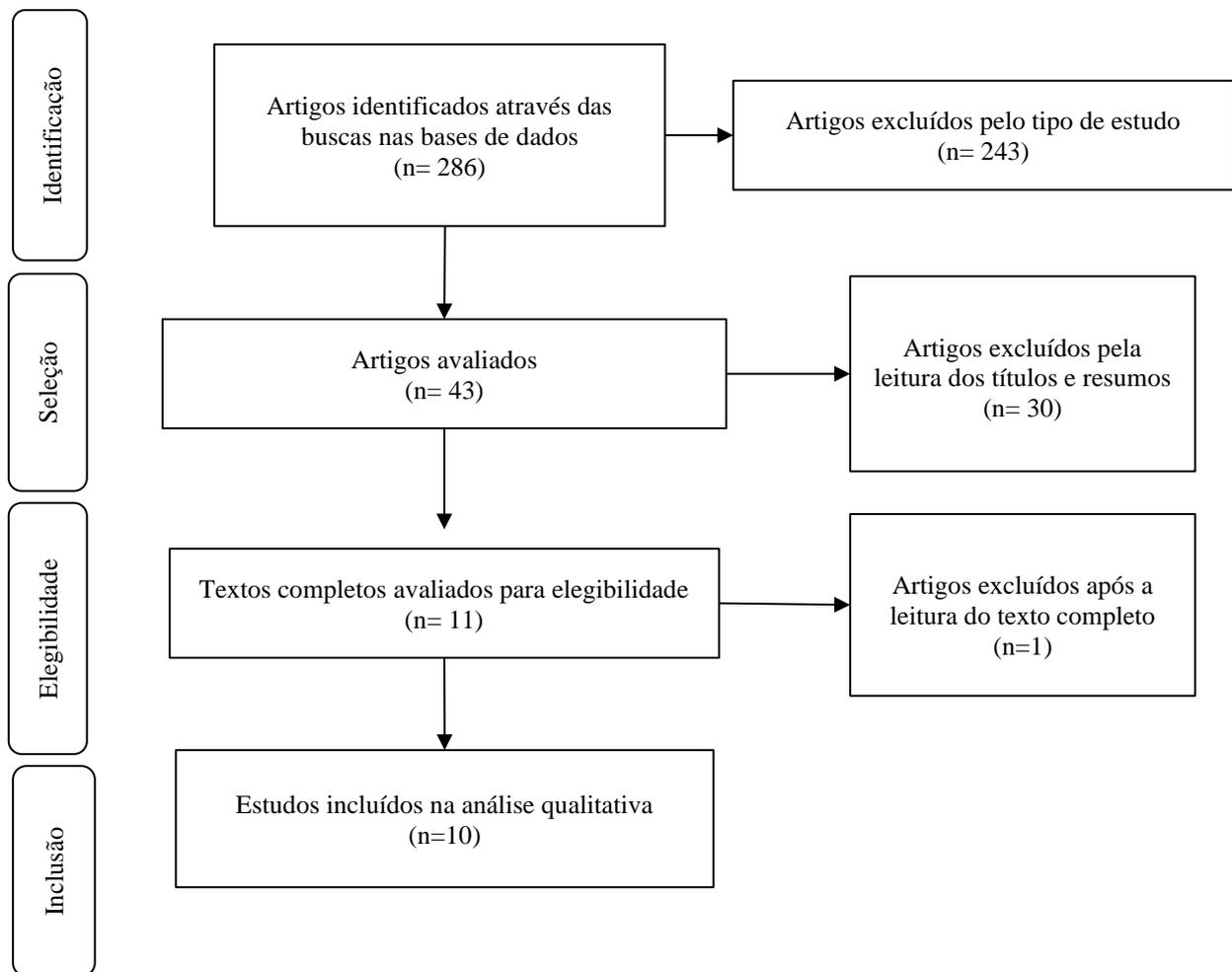
2. Metodologia

O presente estudo tratou-se de uma revisão integrativa da literatura dos últimos 15 anos, utilizando estudos relacionados ao tema da importância dos carboidratos para o desempenho esportivo em atletas de corrida. Uma revisão integrada da literatura é um método que tem como finalidade sintetizar resultados obtidos em pesquisas, de maneira sistemática, ordenada e abrangente, a fim de reunir conhecimento para o entendimento sobre o tema a ser desenvolvido (Souza et al. 2010). Assim, para a sua elaboração foram utilizadas as seguintes etapas: (1) definição do tema e formulação da questão norteadora da pesquisa; (2) pesquisar publicações em bancos de dados específicos; (3) classificar e analisar os dados encontrados em cada manuscrito; (4) análise dos estudos selecionados; (5) apresentação dos resultados encontrados; e (6) incluir, avaliar criticamente os achados e sintetizar a revisão da literatura.

Sendo assim, a presente revisão, tem como pergunta norteadora: “De que forma o consumo de carboidratos impacta o desempenho esportivo e como isso pode refletir na performance atlética de corredores?” Em seguida, para seleção dos estudos foram avaliados os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Foram selecionados estudos que atenderam aos seguintes critérios: (I) estudos com corredores adultos e adolescentes saudáveis, (II) estudos que trouxeram protocolo de carboidrato na dieta de corredores, (III) efeitos do consumo de carboidratos durante o exercício, na performance ou na adaptação celular ao treinamento, (IV) resultados aparentes após o bochecho de carboidrato. Foram excluídos os estudos: (I) estudos realizados com indivíduos enfermos, (II) estudos epidemiológicos, (III) estudos realizados com animais. Os artigos utilizados são artigos clínicos originais escritos em português e inglês, os dados foram selecionados a partir das plataformas PubMed, *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), Dynamed, Dialnet, bem como as plataformas de busca do UniCEUB, a partir de artigos científicos, livros e revistas científicas no idioma da língua portuguesa e língua inglesa.

Quanto às palavras chaves utilizadas, todas estão cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS) sendo utilizados os seguintes termos: carboidratos, corredores, desempenho esportivo, esporte, nutrição, endurance e suplementação. Na língua inglesa foram utilizados os seguintes descritores: *carbohydrates, running, performance, sport, nutrition and supplementation*. Na língua espanhola foram utilizados os seguintes descritores: *carbohidratos, carrera, rendimiento, deporte, nutrición y suplementación*. As seguintes informações foram investigadas para cada artigo incluído: delineamento experimental, estado de alimentação antes dos testes, protocolo dos testes físicos e do uso do carboidrato, bem como os resultados de desempenho físico apresentados. A leitura dos resumos e métodos dos estudos também foi utilizada para avaliar os critérios de inclusão. A Figura 1 apresenta o processo de seleção dos estudos a partir da busca por meio do conjunto de palavras chaves. Durante a fase de análise do tipo de estudo foram excluídos 243 estudos, outros 30 foram retirados a partir da análise de títulos e resumos, e 1 ao ser analisados após a leitura do texto completo. Sendo assim, foi realizada a leitura integral de 11 estudos, a partir dos quais foi excluído 1 artigo após a leitura do texto completo totalizando um final de 10 estudos selecionados para análise.

Figura 1 - Fluxograma de levantamento dos estudos para a presente revisão. Brasília-DF, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023).

3. Revisão da Literatura

3.1 Metabolismo energético e tipos de fibras musculares

A energia consumida pelo corpo humano durante o exercício é derivada da contínua quebra e ressíntese de ligações químicas de uma molécula conhecida como adenosina trifosfato (ATP). Para exercícios físicos prolongados (como no exercício aeróbico), a oxidação metabólica de carboidratos e principalmente lipídios fornecerá quase todo o ATP necessário para a contração muscular. Já, em treinos de alta intensidade (como treinamento de força), a oxidação da glicose vai predominar (Gomes, et al. 2022).

O exercício físico é sustentado por um conjunto coordenado de sistemas de energia que usam substratos endógenos e exógenos, incluindo vias não oxidativas (fosfogênio e glicolíticas) e aeróbicas (oxidação de gorduras e carboidratos) (Thomas, et al. 2016). As vias de energia anaeróbicas têm potência significativamente maior (ritmo de síntese de ATP), mas capacidade significativamente menor (total de ATP gerado) do que as vias aeróbicas (K. Sahlin, et al. 1998). A via glicolítica anaeróbica metaboliza rapidamente a glicose e o glicogênio muscular através da cascata glicolítica e é o principal mecanismo que permite o exercício de alta intensidade com duração de 10 a 180 segundos. À medida que o oxigênio se torna mais acessível ao músculo ativo, o corpo emprega mais vias aeróbicas (oxidativas) e menos vias anaeróbicas (fosfogênicas e glicolíticas) (Thomas, et al. 2016).

O fornecimento contínuo de ATP para os principais mecanismos celulares que sustentam a contração do músculo

esquelético durante o exercício é fundamental para o desempenho esportivo em eventos que duram segundos ou até horas. Como as reservas musculares de ATP são limitadas, os processos metabólicos são alternativos, como fosforilação em nível de substrato (anaeróbica) e fosforilação oxidativa (aeróbica), devem ser ativados para sustentar as taxas necessárias de ressíntese de ATP (Hargreaves & Spriet, 2020).

Este último é vitalmente dependente dos sistemas respiratório e circulatório para manter o suprimento de oxigênio adequado ao músculo esquelético em contração e para minimizar os equivalentes do metabolismo, que são predominantemente à base de glicose e gordura (Hawley, et al. 2014).

Durante eventos que duram de vários minutos a horas, a quebra oxidativa de carboidratos e lipídios fornece quase todo o ATP para a contração do músculo esquelético. Mesmo em competições de maratona e triathlon com duração de 2 a 2,5 horas, a oxidação de carboidratos é a fonte de energia predominante dessas modalidades (Hawley & Leckey, 2015). Sendo utilizadas para realização de determinado tipo de tarefa, o músculo esquelético é composto de muitos tipos de fibras que variam em velocidade de lenta a rápida. As fibras humanas tipo I, ou de contração lenta, se contraem em um ritmo mais lento e são menos sensíveis à fadiga. As fibras do tipo IIa, também conhecidas como fibras glicolíticas oxidativas rápidas (FOG), se contraem mais rapidamente do que as fibras do tipo I, mas são mais suscetíveis à fadiga (Plotkin, et al. 2021).

As fibras também podem ser categorizadas com base em características fisiológicas e bioquímicas, como atividade enzimática, potencial oxidativo e o tipo de exercício que é mais semelhante à característica da fibra. As fibras de contração lenta (tipo I) criam energia através de um sistema aeróbico com velocidade de propagação de cálcio mais lenta e um grande número de mitocôndrias, tornando-as extremamente resistentes à fadiga. Possui vascularização aprimorada, alta concentração de mioglobina, ritmo lento de contração, relaxamento e capacidade restrita de gerar força, longa duração da contração e alta concentração de enzimas oxidativas como citrato sintase e succinato desidrogenase (Gregory, et al. 2005).

É amplamente aceito que a composição do tipo de fibra muscular de uma pessoa pode influenciar o desempenho atlético, com uma maior proporção de fibras do tipo I sugerindo sucesso em eventos mais lentos e de longa distância e uma maior concentração de fibras do tipo II indicando sucesso em eventos mais rápidos e de curta distância (Serrano, et al. 2019).

Enquanto as fibras lentas ainda são consideradas intermediárias, as fibras do tipo II produzem energia por meio de vias anaeróbicas e têm um tempo de contração rápido e predominância de enzimas glicolíticas, incluindo fosfofrutoquinase (PFK) e lactato desidrogenase (LDH). Possuem alta capacidade de condução do potencial de ação, rápida propagação do cálcio, rápida contração e relaxamento, alta capacidade de geração de força, pouca resistência, capilarização limitada, pequena quantidade de mitocôndrias, pequena quantidade de mioglobina e alta atividade de ATPase (Gregory, et al. 2005).

3.2 Metabolismo dos carboidratos, índice glicêmico e carga glicêmica

O metabolismo dos carboidratos começa na boca com a intensificação da enzima amilase, gerada pelas glândulas salivares submandibulares e sublinguais. A-amilase hidrolisa como ligações glicosídicas -1,4, é mais ativa no pH da saliva e é inativada no intestino com pH 4,0. Apenas 5% do amido pode ser hidrolisado na faringe até a ingestão da refeição. A atividade da amilase salivar pode durar até uma hora após atingir o estômago, tornando-se dormente apenas após todos os alimentos terem sido combinados com as secreções gástricas. Como resultado, os polissacarídeos são convertidos em dissacarídeos (Rogeri, 2019).

Os carboidratos são classificados com base na complexidade de suas estruturas, eles foram classificados em quatro tipos com base em suas taxas de digestão e absorção: monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. A taxa de digestão e absorção de carboidratos é um fator variável. Por isso, é preciso criar um procedimento que avalie a velocidade com que a glicemia sobe após o consumo de determinado carboidrato. Essa abordagem ficou conhecida como índice glicêmico. (IG) (Mcardle, et al. 2010).

O enterócito transporta glicose para a circulação sanguínea via GLUT2. (transportador de glicose 2). O GLUT5 absorve a frutose por difusão assistida e o GLUT2 a transporta para a circulação. Quando os monossacarídeos entram na corrente sanguínea, as enzimas do fígado rapidamente os transformam em glicose (Tanasova & Fedie, 2017). O índice glicêmico mede a quantidade de comida que pode aumentar os níveis de glicose no sangue.

Alimentos de alto índice glicêmico são rapidamente digeridos, assimilados e metabolizados, resultando em picos de glicose no sangue mais altos, enquanto alimentos de baixo índice resultam em picos de glicose no sangue mais baixos. O índice glicêmico é descrito como a área sob a curva no período pós-prandial, após o consumo de 50g de uma refeição específica, sendo então comparado a uma dieta normal (Longo & Dáttilo, 2019).

Duas horas antes da atividade intermitente, a refeição de alto índice glicêmico inicialmente causou elevação da glicemia e da insulinemia; no entanto, após a segunda sessão de exercício, as taxas de oxidação de lactato e carboidrato no sangue aumentaram. Resultados semelhantes foram obtidos por Little et al. (2009), no entanto, eles também descobriram que o exercício intermitente diminuiu a oxidação lipídica. Os alimentos de baixo índice glicêmico provaram ser efetivos para manter a glicemia durante períodos de atividade contínua. Sua digestão e absorção de alimentos são mais lentas, resultando em menos insulina pós-prandial; como resultado, há maior liberação de ácidos graxos para serem utilizados como substrato energético, reduzindo a depleção de glicogênio muscular (Clar, et al. 2017).

A carga glicêmica é calculada multiplicando o índice glicêmico pela quantidade de carboidrato na dieta e dividindo o resultado por 100. É outra indicação crucial das consequências fisiológicas após o consumo de carboidrato. Com isso, a carga glicêmica permite avaliar o impacto da porção de um alimento, lembrando que os alimentos são compostos por quantidades de fibras e diferentes micronutrientes que podem modular a digestão e absorção de carboidrato, alterando posteriormente os efeitos sobre glicemia, assim como o preparo dos alimentos pode modular o índice e a carga glicêmica de cada alimento que irá compor as refeições (Rosa Neto, et al. 2019).

Na elaboração do plano alimentar, quando necessário, poderão ser utilizados os critérios de classificação do IG e CG, o Quadro 1 menciona detalhadamente a referência e classificação do índice e da carga glicêmica, respectivamente.

Quadro 1 - Classificação do índice e da carga glicêmica.

Classificação do IG	Controle: pão	Controle: glicose	Classificação da CG	Carga glicêmica do alimento	Carga glicêmica diária
IG baixo	≤ 75	≤ 55	CG baixa	≤ 10	≤ 80
IG médio	76 - 94	56 - 69	CG média	11 - 19	81 - 119
IG alto	≥ 95	≥ 70	CG alta	≥ 20	≥ 120

Fonte: FCF/USP.

3.3 Recomendações de consumo dos carboidratos diária, antes, durante e após o exercício na modalidade corrida

Os órgãos internacionais “American College of Sports Medicine”, “Academy of Nutrition and Dietetics” e “Dietitians of Canada” propõem diversas recomendações de consumo de carboidratos, que podem ser aplicados à modalidade de corrida, levando em consideração a duração e intensidade da sessão de treinos, sendo a ingestão mínima de 3 gramas/kg de peso corporal/dia e a ingestão máxima de 12 gramas/kg de peso corporal/dias, conforme explana o Quadro 2 apresentado abaixo.

Quadro 2 - Resumo das recomendações diárias de ingestão de carboidratos que podem ser utilizadas para atletas de corrida.

Intensidade Do Exercício	Tipo de Exercício e Duração	Recomendações Diárias
Leve	Exercícios de intensidade baixa ou atividade baseadas em habilidades	3 a 5 gramas/kg de peso
Moderada	Programa de exercícios de intensidade moderadas (até 1 hora por dia)	5 a 7 gramas/kg de peso
Alta	Programas de endurance (1 a 3 horas/dia, moderada-alta intensidade)	6 a 10 gramas/kg de peso
Muito Alta	Exercícios de “extremo comprometimento” (> 4 a 5 horas/dia, moderada-alta intensidade).	8 a 12 gramas/kg de peso

Fonte: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance (2016).

Além destas recomendações, estes órgãos ainda propuseram diversas estratégias de ingestão de carboidratos pré-competição ou treino que poderiam melhorar o desempenho físico de atletas de corrida, segundo explicação do Quadro 3.

Quadro 3 - Estratégias de ingestão de carboidratos pré-treino ou pré-competição para o aprimoramento do desempenho físico.

Situação	Estratégia
Preparação para eventos com duração inferior a 90 minutos	7 a 12 g/kg de peso no período de 24 horas antes do evento.
Preparação para eventos de exercício contínuo/ intermitente com duração superior a 90 minutos	10 a 12 g/kg de peso no período de 36 a 48 horas antes do evento.
Recuperação entre duas sessões de exercício com intervalo inferior a 8 horas	1 a 1,2 g/kg de peso/hora nas primeiras 4 horas e em seguida retornar as recomendações diárias.
Período que antecede exercícios com duração superior a 60 minutos.	1 a 4 g/kg de peso a serem consumidos no intervalo proporcional de 1 a 4 horas antes do exercício.

Fonte: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance (2016).

Recomenda-se, ainda, que atletas de endurance que estão treinando intensamente reduzem o consumo de lipídios para menos de 25% do valor energético total (VET) da dieta para atingir a recomendação de carboidratos, que passaria a constituir de 60 a 70% do VET (Ivy, et al. 2002).

Carboidratos com índice glicêmico baixo a moderado são recomendados para pré-treino porque os carboidratos com alto índice glicêmico são rapidamente digeridos e não mantêm a glicemia adequada por longos períodos de tempo. Quanto maior o tempo antes da atividade, mais carboidratos devem ser consumidos; por exemplo, se a refeição for feita 4 horas antes do treino, deve conter cerca de 4 gramas de carboidratos por quilo de peso corporal, e assim por diante. Ao se exercitar por mais de uma hora, é vital consumir carboidratos (Thomas, et al. 2016). Nessas circunstâncias as recomendações de ingestão de carboidratos variam conforme as situações presentes no Quadro 4.

Quadro 4 - Recomendação de carboidrato segundo a intensidade e duração do exercício.

Intensidade Do Exercício	Duração do Exercício	Recomendações de Consumo de Cho
Exercício de intensidade leve	< 45 min	Não há necessidade
Exercício de intensidade moderada-alta	45 a 75 min	Bochecho de carboidrato
Exercício de endurance	60 a 150 min	30 a 60g/h
Exercício de ultraendurance	> 150 a 180 min	Até 90 g/h

Fonte: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance (2016).

Na fase pós-treino, é recomendado consumir carboidratos de alto índice glicêmico, especialmente atletas que terão outra sessão de treinamento próxima, não permitindo um tempo longo de recuperação, uma vez que este tipo de carboidrato estimula a síntese de glicogênio rapidamente. Sugere-se que os atletas consumam 1,0 a 1,2 gramas de carboidratos/kg de peso corporal/hora durante as primeiras 4 a 6 horas após o exercício para auxiliar na reposição de glicogênio e na recuperação (Casazza, et al. 2018).

3.4 Suplementos à base de carboidratos e estratégias de uso para corredores

A nutrição esportiva é frequentemente considerada o aspecto complementar mais significativo do exercício físico. O condicionamento físico é importante tanto para atletas profissionais quanto para todos os que praticam atividade física. O manejo nutricional adequado auxiliará na capacidade de treinar com intensidade, bem como na recuperação muscular e nas adaptações metabólicas decorrentes da prática de atividade física, devendo ser desenvolvido de acordo com as demandas particulares do esporte, bem como o objetivo e as facetas práticas do esporte vida do atleta (Gomes, et al. 2022).

Suplementos são substratos que, além de serem utilizados para aumentar o desempenho, são ingeridos com o objetivo de melhorar a saúde e evitar doenças, contêm vitaminas, minerais, produtos fitoterápicos, proteínas, aminoácidos e outros ingredientes (Machado et al. 2014). Para a escolha do tipo de suplementação, é crucial levar em consideração o nível, a duração e as circunstâncias do exercício físico ao decidir sobre o tipo de suplemento alimentar. É importante notar que a suplementação durante a fase de treinamento pode variar de suplementação durante a preparação para a competição.

Além disso, dependendo do objetivo a ser alcançado, podemos utilizar várias formas de suplementação de carboidratos, pois podemos vincular o uso deste suplemento de macronutrientes a melhorias no desempenho e no sistema imunológico (Rosa Neto, et al. 2019). O carboidrato é reconhecido como um dos mais importantes recursos ergogênicos acessíveis a atletas e pessoas fisicamente ativas. A ingestão diária adequada de carboidratos, nas horas antes, durante e após o exercício, ajuda a garantir a manutenção das reservas endógenas de glicogênio e, assim, melhorar o desempenho físico do atleta (Kerksick, et al. 2018).

A suplementação de carboidrato deve ser realizada após determinar a taxa metabólica basal e o gasto energético ao longo do esporte, com o objetivo de satisfazer as demandas energéticas dos atletas, contribuindo para o desempenho da competição e melhorando a qualidade de vida e a composição corporal, se necessário. É crucial levar em consideração o nível, a duração e as circunstâncias do exercício físico ao decidir sobre o tipo de suplemento dietético. É vital lembrar que, tomar suplementos durante a fase de treinamento pode ser diferente de tomá-los durante a preparação para uma prova ou campeonato, levando em consideração a quantidade e o momento de absorção (Bennett, et al. 2012). Das várias formas em que os carboidratos são fornecidos aos consumidores, os líquidos apresentam a taxa de esvaziamento estomacal mais rápida. Com isso, aqueles designados como pó para preparo de bebidas, como a maltodextrina e a isomaltulose, estão entre os mais utilizados (Gatti, 2009).

Os repositores hidroeletrólíticos, também conhecidos como isotônicos, são bebidas com 5 a 8% de carboidratos além

de eletrólitos e água em sua composição. Seu uso torna-se mais prático quando a atividade física dura mais de 90 minutos ou em locais com altas temperaturas e umidade do ar, e até mesmo em quem transpira muito (Wolf, et al. 2003). Géis de carboidrato permitem o transporte de uma quantidade significativa de carboidratos em um volume relativamente pequeno (em geral, cada sachê de gel de 30 a 35g contém aproximadamente 20 a 25g de CHO).

Os ingredientes dos produtos podem variar, embora geralmente consistam em dextrose/maltodextrina, sacarose ou frutose isolada. Alguns também contêm quantidades adequadas de eletrólitos e, com menos frequência, cafeína, o que pode ser uma abordagem útil para ingestão durante uma corrida de duração extremamente longa (Longo e Dáttilo, 2019). Em busca de alternativas, o bochecho de carboidratos vem ganhando adeptos, é um método normalmente aplicado durante atividades moderadas a intensas, com o objetivo de melhorar o desempenho físico sem o incômodo de problemas gastrointestinais (Jeukendrup, et al. 2014).

O suplemento líquido é colocado na boca no período de aproximadamente 10 segundo e posteriormente expelido, não havendo consumo ou absorção. Os atletas frequentemente utilizam essa técnica, que pode melhorar o desempenho na corrida e aliviar desconfortos intestinais. Outro benefício dessa estratégia é que ela pode ser utilizada por praticantes de corrida que precisam aumentar o gasto energético sem adicionar calorias à dieta (Oliveira, et al. 2014).

As bebidas contendo sacarose ativam mais áreas cerebrais associadas à fome do que a sacarina (adoçante) e a cafeína, sugerindo que o carboidrato pode modificar as respostas cerebrais das sensações gustativas. No entanto, Gant, et al. (2010) descobriram que receptores gustativos na cavidade bucal podem ativar circuitos neuronais, aumentando o estímulo das vias cortico motoras. Quando o carboidrato está presente na cavidade oral, os circuitos de recompensa são ativados, produzindo reações cognitivas, emocionais e comportamentais favoráveis que, por sua vez, produzem estimulação motora para o exercício (Chambers, et al. 2009).

As técnicas de alimentação de carboidrato são comumente empregadas antes da corrida de resistência para aumentar as reservas de glicogênio no fígado e nos músculos, bem como durante corridas de longa duração para manter a disponibilidade de energia dos estoques de glicogênio. Nesse contexto, a sugestão do bochecho com carboidrato surge como uma abordagem que pode potencializar a melhora do desempenho físico sem aumentar o risco de desconforto estomacal durante as corridas de longa duração (Burke, et al. 2019), conforme quadro 4 supracitado.

4. Estudos Experimentais Acerca da Utilização na Modalidade de Corrida

4.1 Efeito do bochecho de carboidratos no desempenho de corredores

O quadro 5 resume as características dos estudos escolhidos acerca dos efeitos do bochecho de carboidratos no desempenho de corredores. O ano de publicação variou de 2017 a 2018, sendo eles: um randomizados e duplo-cego, um randomizado duplo-cego cruzado, um randomizado duplo-cego contrabalanceado, um randomizado, simples-cego e cruzado e um randomizado e contrabalanceado. Tratando acerca das amostras, todos os estudos foram realizados com corredores, três estudos apresentaram amostra composta apenas por homens, um estudo sendo apenas mulheres, e dois estudos com um grupo heterogêneo de homens e mulheres; com o número amostral (n) variando entre 6 – 18 indivíduos, apresentando idade média entre 21 – 43 anos. Em relação ao estado de alimentação relativo ao teste físico, seis estudos foram realizados em estado de jejum, e quatro em estado pós-prandial.

Quadro 5 - Tipo de estudo, amostra e protocolo de alimentação dos estudos selecionados sobre bochecho de carboidratos realizados com corredores.

Autor/Ano	Tipo De Estudo	Amostra - Nº De Indivíduos/Idade Média	Estado de Alimentação/ Tempo
Chryssanthopoulos, et al. 2017. (1)	Randomizado e Duplo-cego	15 mulheres, idade média de 43 anos	Jejum, 8 horas
Fraga, et al. 2017. (2)	Randomizado, Duplo-cego e Cruzado	6 homens, idade média de 26 anos	Jejum noturno, tempo não especificado
Kamaruddin, et al. 2017. (3)	Randomizado, Duplo-cego, Cruzado e Contrabalanceado	12 homens, idade média de 21 anos	Alimentado, 1 hora
Hawkins, et al. 2017. (4)	Randomizado Simples-cego Cruzado	12 homens, idade média de 25 anos. 9 mulheres, idade média de 24 anos	Jejum Noturno, tempo não especificado
Bataineh, et al. 2018. (5)	Randomizado e Contrabalanceado	18 homens, idade média de 21 anos.	Jejum, 12 horas

Fonte: A autoria própria (2023).

O Quadro 6 apresenta o protocolo dos testes físicos do bochecho e os resultados de cada estudo. Dois estudos realizaram testes físicos contra relógio em pista de corrida, um deles foi estabelecido um tempo de 60 min para finalizar a prova (Chryssanthopoulos, et al. 2018) e o outro (Hawkins, et al. 2017) estabeleceu uma meta de 12,8 km para ser atingida. Os três estudos restantes foram realizados em esteiras, sendo os três estudos com protocolos de tempo até a exaustão (Fraga, et al. 2017; Kamaruddin, et al. 2017; Bataineh, et al. 2018). A respeito das soluções dos bochechos, ocorreram as seguintes combinações de “tratamento versus placebo”: (1) maltodextrina + aspartame 6,4% vs aspartame; (2) dextrose 8% vs edulcorante (não especificado); (3) glicose 6% vs sucralose; (4) sacarose 6,4% vs sucralose vs controle (água); (5) sacarose 7,5% vs sacarina.

Quadro 6 - Protocolo dos testes físicos, dos tratamentos, dos placebos e dos carboidratos e resultados dos estudos selecionados sobre bochecho de carboidratos realizados com corredores.

Estudo	Teste Físico	Tratamento	Placebo	Protocolo de Bochecho de CHO	Resultados
(1)	Pista: 60min contra relógio	Maltodextrina + Aspartame 6,4%	Aspartame	25ml por 5s: 0, 15, 30 e 45 minutos.	Não significativo: distância percorrida e percepção subjetiva de esforço.
(2)	Esteira: vel. 85% do VO ₂ máximo até a exaustão	Dextrose 8%	Não definido	25ml por 10s: 15min. antes e a cada 15 min	↑35,6% tempo até à exaustão. Não significativo: distância percorrida e percepção subjetiva de esforço.
(3)	Esteira: vel. 70% do VO ₂ máximo até a exaustão	Glicose 6%	Sucralose	25ml por 10s: 0 e 15min	↑ 6,6% tempo até à exaustão. ↑6,0% da distância percorrida. Não significativo: percepção subjetiva de esforço.
(4)	Pista: 12,8 Km contra relógio	Sacarose 6,4%	Sucralose e controle	25ml por 5s: 0 e a cada 12,5% do teste	↓ 4,9% tempo contrarrelógio Não Significativo: percepção subjetiva de esforço.
(5)	Esteira: 8 km/h + 1km/h a cada 400m até exaustão	Sacarose 7,5%	Sacarose	25ml por 10s: 5 min. antes	↑ 4,3% tempo até exaustão e ↑ 2,9% pico de velocidade.

Fonte: Autoria própria (2023).

No geral, quatro estudos mostraram efeitos positivos no desempenho físico de corredores com o bochecho de carboidratos em comparação ao placebo (Fraga, et al. 2017); (Kamaruddin, et al. 2017); (Hawkins, et al. 2017); (Bataineh, et al. 2018). Dentre eles, três estudos apresentaram um aumento do tempo até à exaustão (Fraga, et al. 2017; Kamaruddin, et al. 2017; Bataineh, et al. 2018). Um apresentou redução do tempo contrarrelógio (Hawkins, et al. 2017), ainda em um estudo os indivíduos aumentaram a distância percorrida (Kamaruddin, et al. 2017) e, em um outro estudo houve um aumento no pico de velocidade ao realizarem o bochecho com carboidrato comparado ao placebo (Bataineh, et al. 2018). Nenhum estudo observou redução na percepção subjetiva de esforços. Ainda, um único estudo não apresentou melhor desempenho físico com o bochecho de carboidrato, sendo avaliado segundo teste contra-relógio (Chryssanthopoulos, et al. 2018).

4.2 Efeito do consumo de carboidratos no desempenho de corredores

Com o objetivo de avaliar os efeitos do alto consumo de carboidratos (120g/h) na ingestão recomendada de carboidratos (90g/h) e na ingestão regular de carboidratos por atletas de ultraendurance (60g/h), Viribay, et al. (2020), realizou estudo randomizado com 20 corredores de elite do sexo masculino. Os participantes ingeriram quantidades variadas de carboidratos de acordo com os grupos experimental (EXP-120g/h), controle (CON-90g/h) e ingestão reduzida de carboidratos (BAI-60g/h) durante uma maratona de 4.000m. Com isso, a fim de avaliar os marcadores de lesão muscular causada pelo exercício físico, foram realizadas análises antes da corrida e 24 horas depois do exercício. No fim das análises foi constatado que a carga interna do exercício durante a maratona de montanha foi significativamente menor no grupo experimental em comparação com o grupo

que teve a ingestão de carboidratos reduzida (a carga interna está ligada ao estresse fisiológico e psicológico que o corpo do atleta experimenta após o exercício).

Já um estudo realizado por Couto, et al. (2014) analisou o ritmo empregado por jovens corredores em uma corrida contra relógio de 10km, sob três regimes dietéticos de diferentes ingestões de carboidratos, sendo essas: dieta normal de carboidrato (56% CHO), dieta alta (70% CHO) ou baixa (25% CHO) carboidratos por 48 horas. Quando comparada com a dieta baixa em carboidrato ($13,3 \pm 2,4$ km/h e $51,9 \pm 8,3$ min, respectivamente), a dieta rica em carboidrato resultou em um sprint final mais rápido ($14,4 \pm 2,2$ km/h) e desempenho superior ($50,0 \pm 7,0$ min).

Um estudo com 21 participantes realizado por Durkalec, et al. (2018), avaliou o efeito de dietas de baixo índice glicêmico, moderado a alto índice glicêmico no desempenho de resistência em corredores. Cada participante consumiu dietas ricas em carboidratos (~ 60%) e com índice glicêmico baixo (LGI) e índice glicêmico moderado (MGI) por três semanas cada.

No início e no final de cada dieta, os participantes tiveram sua capacidade aeróbica e composição corporal mensuradas e realizaram um teste de corrida de 12 minutos. O tempo de fadiga durante o teste incremental e a distância percorrida na corrida de 12 minutos aumentaram consideravelmente após o consumo de carboidrato de LGI. Um café da manhã com baixo índice glicêmico consumido antes do exercício de resistência resultou em um conteúdo estável de glicose no sangue durante o teste. Em contraste, apesar do fato de que a concentração de glicose pós-prandial foi maior após uma refeição de alto índice glicêmico (HGI), uma refeição de HGI levou a uma queda rápida na concentração de glicose no sangue após 10 a 20 minutos de exercício. A dieta de médio índice glicêmico aumentou a absorção máxima de oxigênio (VO_{2max}), mas não houve melhora no desempenho.

Outro estudo realizado por Maunder, et al. (2018), com uma amostra de oito corredores de resistência e triatletas, verificou se a ingestão de frutose-maltodextrina e glicose-maltodextrina melhorou a capacidade de resistência subsequente ao exercício. Os testes consistiam em correr em esteira até a fadiga a 70% do consumo máximo de oxigênio, recuperando-se por quatro horas com a ingestão de 90g/h de glicose-maltodextrina (GLU + MAL) ou frutose-maltodextrina (FRU + MAL) em seguida, participaram da segunda sessão, que envolveu corrida em esteira até a exaustão a 70% do consumo máximo de oxigênio. Após os testes, os seguintes resultados foram alcançados: A combinação de FRU + MAL aumentou substancialmente a capacidade de exercício na sessão 2 ($81,4 \pm 22,3$ vs. $61,4 \pm 9,6$ min). Durante as sessões 1 e 2, as taxas de oxidação total de carboidratos não diferiram substancialmente entre as tentativas. Durante a sessão 2 com FRU + MAL, as taxas de oxidação de carboidratos ingeridos foram maiores. As quantidades de glicose plasmática e ácidos graxos insaturados não diferiram substancialmente entre os experimentos. Ao final, foi concluído que a recuperação a curto prazo da capacidade de resistência foi consideravelmente aumentada pelo consumo de FRU + MAL durante a recuperação do que pela ingestão de GLU + MAL.

O Quadro 7 apresentado abaixo traz consigo uma sintetização dos estudos que foram analisados acima.

Quadro 7 - Sintetização dos estudos: Tipo de estudo, teste físico, amostra, protocolo de consumo e resultados dos estudos selecionados sobre consumo de carboidratos realizados com corredores.

Autor/Ano	Tipo De Estudo	Teste Físico	Amostra - Nº De Indivíduos	Protocolo de uso de CHO	Resultados
Viribay, et al. 2020	Randomizado	Maratona de Montanha	20 homens	Experimental (120g/h) Controle (90g/h) Baixo (60g/h).	↓ Carga interna no grupo experimental em comparação com o grupo baixo.
Couto, et al. 2014	Randomizado Controlado	Corrida 10km (Crossover)	19 homens	Alto consumo (70%) vs consumo normal (56%) vs baixo consumo(25%) por 48 horas.	↑ Sprint final mais rápido (14,4± 2,2 km/h) ↑ desempenho (50,0 ± 7,0 Min).
Durkalec, et al. 2018	Randomizado Controlado Aleatório	Tempo até a exaustão - 12 mínimo	13 homens. 8 mulheres	CHO de baixo índice glicêmico vs CHO de médio índice glicêmico vs CHO de alto índice glicêmico.	↑ Distância percorrida após dieta de baixo índice glicêmico. ↑ Tempo até a exaustão após consumo de dieta com baixo índice glicêmico.
Maunder, et al, 2018	Cruzado Simples-Cego Randomizado e Contrabalançado	Tempo até a exaustão com 70% Vo ² Máximo	8 homens	90g CHO/h (Glicose + Maltodextrina) 90g CHO/h (Frutose + Maltodextrina).	↑ Capacidade de exercício com Frutose + Maltodextrina ↑ Taxa De Oxidação de CHO Com Frutose+ Maltodextrina.

Fonte: Autores (2023).

5. Considerações Finais

Devido ao aumento da prática de corrida, é encorajador a quantidade de corredores que buscam orientações quantitativas e qualitativas para a ingestão de carboidratos ao longo do dia e em relação a utilização nos treinos e provas, agregando valor à prática do esporte, a fim de atingir uma boa performance, alcançar um melhor desempenho nos treinos, e conseqüentemente uma melhora na qualidade de vida. Por se tratar de uma estratégia nutricional, foi perceptível a importância do consumo de carboidratos na vida ativa de atletas de corrida. A inclusão de diferentes carboidratos, como glicose e frutose, em uma mesma fórmula, pode apresentar resultados interessantes.

A absorção intestinal destes carboidratos ocorre de forma distinta, o que permite uma maior eficiência na absorção de substratos energéticos. Além disso, a combinação de carboidratos favorece a maior absorção de sódio e água, evitando a desidratação do atleta. Em busca de alternativas para o uso de carboidratos durante as atividades de corrida, o bochecho, o gel com carboidratos, bebidas eletrolíticas, entre outros, parecem ser boas estratégias a serem utilizadas por corredores, na perspectiva de favorecer o desempenho físico sem o inconveniente dos sintomas gastrointestinais.

Estudos futuros poderão examinar como a qualidade dietética pode ser manipulada para promover um melhor armazenamento de glicogênio a partir de uma determinada ingestão de carboidratos, especialmente quando as restrições de energia ou problemas práticos induzem o consumo de carboidratos abaixo do ideal. É interessante que pesquisadores utilizem métricas de desempenho realistas e sensíveis, em particular para avaliar se as variações metabólicas na transferência muscular são alterações funcionais importantes na decisão dos resultados esportivos.

Um maior conhecimento dos efeitos dos carboidratos no sistema nervoso central pode nos ajudar a investigar um efeito ergogênico. Salienta-se que, embora diversos destes métodos não tenham respaldo científico suficiente, é de grande valia que

haja mais estudos avaliados nesse sentido, porém muitos deles são aplicados na prática clínica. Neste contexto, enfatiza-se a importância do profissional que assessora atletas utilizar apenas estratégias bem consolidadas a fim de não colocar a saúde e o desempenho do indivíduo em risco.

Referências

- Azevedo, F. R. (2015). Efeitos da ingestão de carboidratos sobre a resposta glicêmica em corredores de rua na distância de 5km. *RBNE - Revista Brasileira De Nutrição Esportiva*, 9(49), 53-59. <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/500>
- Bataineh, M. F., Al-Nawaiseh, A. M., Abu Altaieb, M. H., Bellar, D. M., Hindawi, O. S., & Judge, L. W. (2018). Impact of carbohydrate mouth rinsing on time to exhaustion during Ramadan: A randomized controlled trial in Jordanian men. *European journal of sport science*, 18(3), 357-366. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1420236>
- Bennett, C. B., Chilibeck, P. D., Barss, T., Vatanparast, H., Vandenberg, A., & Zello, G. A. (2012). Metabolism and performance during extended high-intensity intermittent exercise after consumption of low- and high-glycaemic index pre-exercise meals. *The British journal of nutrition*, 108 Suppl 1, S81-S90. <https://doi.org/10.1017/S000714512000840>
- Brietzke, C., Franco-Alvarenga, P. E., Coelho-Júnior, H. J., Silveira, R., Asano, R. Y., & Pires, F. O. (2019). Effects of Carbohydrate Mouth Rinse on Cycling Time Trial Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(1), 57-66. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1029-7>
- Burke, L. M., Castell, L. M., Casa, D. J., Close, G. L., Costa, R. J. S., Desbrow, B., Halson, S. L., Lis, D. M., Melin, A. K., Peeling, P., Saunders, P. U., Slater, G. J., Sygo, J., Witard, O. C., Bermon, S., & Stellingwerff, T. (2019). International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(2), 73-84. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0065>
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. E. (2011). *Carbohydrates for training and competition*. *Journal of sports sciences*, 29 Suppl 1, S17-S27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Casazza, G. A., Tovar, A. P., Richardson, C. E., Cortez, A. N., & Davis, B. A. (2018). Energy Availability, Macronutrient Intake, and Nutritional Supplementation for Improving Exercise Performance in Endurance Athletes. *Current sports medicine reports*, 17(6), 215-223. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000494>
- Chambers, E. S., Bridge, M. W., & Jones, D. A. (2009). Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *The Journal of physiology*, 587(Pt 8), 1779-1794. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.164285>
- Chryssanthopoulos, C., Ziaras, C., Oosthuysen, T., Lambropoulos, I., Giorgios P, P., Zacharogiannis, E., Philippou, A., & Maridaki, M. (2018). Carbohydrate mouth rinse does not affect performance during a 60-min running race in women. *Journal of sports sciences*, 36(7), 824-833. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1344358>
- Clar, C., Al-Khudairy, L., Loveman, E., Kelly, S. A., Hartley, L., Flowers, N., Germanò, R., Frost, G., & Rees, K. (2017). Low glycaemic index diets for the prevention of cardiovascular disease. *The Cochrane database of systematic reviews*, 7(7), CD004467. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004467.pub3>
- Couto, P. G., Bertuzzi, R., de Souza, C. C., Lima, H. M., Kiss, M. A., de-Oliveira, F. R., & Lima-Silva, A. E. (2015). High Carbohydrate Diet Induces Faster Final Sprint and Overall 10,000-m Times of Young Runners. *Pediatric exercise science*, 27(3), 355-363. <https://doi.org/10.1123/pes.2014-0211>
- Dáttilo, M., & Longo, S. (2019). *Nutrição: do exercício físico ao esporte* (pp. 36-39). Editora Manoele LTDA.
- Dáttilo, M., & Longo, S. (2019). *Nutrição: do exercício físico ao esporte* (pp. 40-41). Editora Manoele LTDA.
- Ataide e Silva, T., Di Cavalcanti Alves de Souza, M. E., de Amorim, J. F., Stathis, C. G., Leandro, C. G., & Lima-Silva, A. E. (2013). *Can carbohydrate mouth rinse improve performance during exercise? A systematic review*. *Nutrients*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.3390/nu6010001>
- Oliveira, E. P., Burini, R. C., & Jeukendrup, A. (2014). Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44 Suppl 1(Suppl 1), S79-S85. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0153-2>
- Durkalec-Michalski, K., Zawieja, E. E., Zawieja, B. E., Jurkowska, D., Buchowski, M. S., & Jeszka, J. (2018). *Effects of Low Versus Moderate Glycemic Index Diets on Aerobic Capacity in Endurance Runners: Three-Week Randomized Controlled Crossover Trial*. *Nutrients*, 10(3), 370. <https://doi.org/10.3390/nu10030370>
- Fraga, C., Velasques, B., Koch, A. J., Machado, M., Paulucio, D., Ribeiro, P., & Pompeu, F. A. (2017). *Carbohydrate mouth rinse enhances time to exhaustion during treadmill exercise*. *Clinical physiology and functional imaging*, 37(1), 17-22. <https://doi.org/10.1111/cpf.12261>
- Gant, N., Stinear, C. M., & Byblow, W. D. (2010). *Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output*. *Brain research*, 1350, 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.04.004>
- Gatti, Karolina. (2009). *Efeito da forma física de suplementos energéticos no desempenho e na hidratação no futebol*. Tese de Doutorado. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa.
- Gregory, C. M., Williams, R. H., Vandeborne, K., & Dudley, G. A. (2005). Metabolic and phenotypic characteristics of human skeletal muscle fibers as predictors of glycogen utilization during electrical stimulation. *European journal of applied physiology*, 95(4), 276-282. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0003-x>
- Gomes, D. A., Lopes, K. C. B. B., & Carvalho, L. M. F. de. (2022). Carbohydrates in the pre-workout meal and their relation to physical and sports performance: an integrative review. *Research, Society and Development*, 11(15), e295111537375. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.37375>
- Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020). *Skeletal muscle energy metabolism during exercise*. *Nature metabolism*, 2(9), 817-828. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4>

- Hawkins, K. R., Krishnan, S., Ringos, L., Garcia, V., & Cooper, J. A. (2017). Running Performance With Nutritive and Nonnutritive Sweetened Mouth Rinses. *International journal of sports physiology and performance*, 12(8), 1105–1110. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0577>.
- Hawley, J. A., & Leckey, J. J. (2015). Carbohydrate Dependence During Prolonged, Intense Endurance Exercise. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 45 Suppl 1(Suppl 1), S5–S12. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0400-1>
- Hawley, J. A., Hargreaves, M., Joyner, M. J., & Zierath, J. R. (2014). *Integrative biology of exercise*. Cell, 159(4), 738–749. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.10.029>.
- Jeukendrup, A. E., & Chambers, E. S. (2010). Oral carbohydrate sensing and exercise performance. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 13(4), 447–451. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328339de83>
- Jeukendrup A. E. (2004). Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 20(7-8), 669–677. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.017>.
- Kamaruddin, H.K., Ooi, C.H., Abu Bakar, A.H., Che Muhamed, A.M. (2017). Carbohydrate Mouth Rinse Enhances Time to Exhaustion of Running Performance Among Dehydrated Subjects. In: Ibrahim, F., Cheong, J., Usman, J., Ahmad, M., Razman, R., Selvanayagam, V. (eds) 3rd *International Conference on Movement, Health and Exercise*. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3737-5_25.
- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1)
- Lima, V. H., & de Souza Mourão, P. A. (2006). *Carboidratos: de adoçantes a medicamentos* - IBqM. <http://www.bioqmed.ufrj.br/docentes/textos/carboidratos-de-adoçantes-a-medicamentos/> *Ciência Hoje, Brasil, V.39, N.233, 24-31*.
- Little, J. P., Chilibeck, P. D., Ciona, D., Vandenberg, A., & Zello, G. A. (2009). The effects of low- and high-glycemic index foods on high-intensity intermittent exercise. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3), 367–380. <https://doi.org/10.1123/ijsp.4.3.367>.
- Machado, M. D., Jr., Pretto, A. D. B., & Pastore, C. A. (2014). Effect of carbohydrate and protein supplementation in performance and subjective perception of strain in moderately active people/ *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, 8(47), 148+.
- Mamus Gomes, R. T., & dos Santos, M. G. (2011). A influência dos carboidratos sobre a performance física de triatletas. *Efdeportes.com. Revista Digital*. Buenos Aires, N. 161, P. 1-10.
- Maunder, E., Podlogar, T., & Wallis, G. A. (2018). Postexercise Fructose-Maltodextrin Ingestion Enhances Subsequent Endurance Capacity. *Medicine and science in sports and exercise*, 50(5), 1039–1045. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001516>
- McArdle, William & Katch, Frank & Katch, Victor. (2010). *Fisiologia Do Exercício: Nutrição, Energia E Desempenho Humano*. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan.
- .Rosa Neto, J. C., Biondo, L. A., & de Souza Teixeira, A. A. (2019). *Suplementação nutricional no esporte* (2nd ed.). Editora Guanabara Koogan.
- Ivy, J. L., Goforth, H. W., Damon, B. M., McCauley, T. R., Parsons, E. C. e Price, T. B. 2002. A recuperação precoce do glicogênio muscular pós-exercício é reforçada com um suplemento de carboidrato-proteína. *Jornal de Fisiologia Aplicada*, 93: 1337–1344. Artigo completo: Carboidratos para treinamento e competição.
- Pereira, Luís Fernando.(2012). *Nutrição e Metabolismo: Aplicados à Atividade Motora*. São Paulo. Editora Atheneu, p.47.
- Plotkin, D. L., Roberts, M. D., Haun, C. T., & Schoenfeld, B. J. (2021). Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *Sports (Basel, Switzerland)*, 9(9), 127. <https://doi.org/10.3390/sports9090127>.
- Rogeri, Patrícia. (2019). *Suplementação nutricional no esporte*. 2ª Edição, Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan.
- Sahlin, K., Tonkonogi, M., & Söderlund, K. (1998). Energy supply and muscle fatigue in humans. *Acta physiologica Scandinavica*, 162(3), 261–266. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.1998.0298f.x>
- Serrano, N., Colenso-Semple, L. M., Lazauskus, K. K., Siu, J. W., Bagley, J. R., Lockie, R. G., Costa, P. B., & Galpin, A. J. (2019). *Extraordinary fast-twitch fiber abundance in elite weightlifters*. PloS one, 14(3), e0207975. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207975>.
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R.. (2010). *Integrative review: what is it? How to do it?* Einstein (São Paulo), 8(1), 102–106. doi: <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>
- Tanasova, M., & Fedie, J. R. (2017). Molecular Tools for Facilitative Carbohydrate Transporters (Gluts). *Chembiochem: a European journal of chemical biology*, 18(18), 1774–1788. <https://doi.org/10.1002/cbic.201700221>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Viribay, A., Arribalzaga, S., Mielgo-Ayuso, J., Castañeda-Babarro, A., Seco-Calvo, J., & Urdampilleta, A. (2020). *Effects of 120 g/h of Carbohydrates Intake during a Mountain Marathon on Exercise-Induced Muscle Damage in Elite Runners*. *Nutrients*, 12(5), 1367. <https://doi.org/10.3390/nu12051367>
- Wolf, B. W., Garleb, K. A., Choe, Y. S., Humphrey, P. M., & Maki, K. C. (2003). Pullulan is a slowly digested carbohydrate in humans. *The Journal of nutrition*, 133(4), 1051–1055. <https://doi.org/10.1093/jn/133.4.1051>