

Data de aprovação: ____/____/____

COMPORTAMENTO GLICÊMICO DURANTE O EXERCÍCIO DE RESISTÊNCIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Gustavo Ribeiro Florentino¹

Maria Beatriz Morais Pedrosa Wursch²

Teresa Elisa Sousa da Silva³

RESUMO

O consumo alimentar de praticantes de esportes de resistência tem revelado que muitos são suscetíveis a manter a ingestão negativa de energia durante as sessões de treino. Consumir quantidades adequadas de carboidratos, proteínas e gorduras é importante para os atletas otimizarem seu treinamento e desempenho. Em particular e no que se refere a *performance* no exercício, é evidente a necessidade de carboidratos ideais antes, durante e após sessões intensas com alto volume de treinamento e em competições. O presente estudo objetivou analisar o impacto glicêmico de diferentes fontes de carboidrato em exercícios de resistência e, conseqüentemente, sua influência no desempenho esportivo dos atletas. Por meio de uma revisão sistemática realizada durante os meses de maio e junho de 2021. Foram utilizadas as bases de dados Pubmed, Scielo, Lilacs e o portal Medline. Nos resultados, 85% dos artigos analisados comprovaram efeitos positivos na glicemia de atletas com a ingestão de fontes de carboidrato durante o treinamento e apenas um deles (15%) demonstrou resultado insignificante do uso de carboidrato para uma melhor *performance*. Conclui-se que o carboidrato é um macronutriente importante para o desempenho dos atletas e que sua composição química e seu índice glicêmico são fatores determinantes que influenciam na glicemia sanguínea durante exercícios de resistência.

¹ Acadêmico do Curso de Nutrição do Centro Universitário do Rio Grande do Norte. E-mail: gugaflorentino@hotmail.com

² Acadêmica do Curso de Nutrição do Centro Universitário do Rio Grande do Norte. E-mail: biamorais.br@hotmail.com

³ Professora Orientadora do Curso de Nutrição do Centro Universitário do Rio Grande do Norte. E-mail: teresaelisa@gmail.com

Palavras-chave: carboidrato. treino de resistência. glicemia.

GLYCEMIC BEHAVIOR DURING THE RESISTANCE EXERCISE: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

Food consumption of endurance sports practitioners has revealed that many are susceptible to maintaining negative energy intake during training sessions. Consuming adequate amounts of carbohydrates, proteins and fats is important for athletes to optimize their training and performance. In particular, with regard to exercise performance, the need for optimal carbohydrates before, during and after intense sessions with high volume of training and in competitions is evident. The present study aimed to analyze the glycemic impact of different carbohydrate sources in endurance exercises and, consequently, their influence on the athletes' sport performance. Through a systematic review carried out during the months of May and June 2021. The databases Pubmed, Scielo, Lilacs and the Medline portal were used. In the results, 85% of the articles analyzed showed positive effects on the glycemia of athletes with the intake of carbohydrate sources during training and only one of them (15%) showed an insignificant result of the use of carbohydrate for a better performance. It is concluded that carbohydrate is an important macronutrient for the performance of athletes and that its chemical composition and glycemic index are determining factors that influence blood glucose during resistance exercise.

Keywords: carbohydrate. endurance. glycemia.

1 INTRODUÇÃO

O esporte é uma atividade de movimento corporal com caráter competitivo presente na humanidade desde 776 a.C.. Surgiu com a criação dos Jogos Olímpicos, acontecimento de caráter cultural e religioso, com a intenção de promover amizade e interação entre os povos. Na atualidade, o esporte conta com um crescente número de praticantes pois seus benefícios à saúde são diversos (CAPRARO; DE FREITAS JUNIOR, 2017).

Para Silva et al. (2019), a modalidade *endurance* tem ganhado cada vez mais adeptos por seu caráter acessível e prazeroso, podendo também, ser praticada ao ar livre. O termo *endurance* significa a capacidade de resistência aeróbica de longa duração, ou seja, a capacidade de manter contrações musculares por um período prologado em exercícios de resistência. A corrida e o ciclismo são exemplos deste tipo de treinamento.

Uma dieta bem planejada que atenda às necessidades de ingestão energética é imprescindível para manter a homeostase do corpo humano, permitindo que os indicadores fisiológicos permaneçam dentro dos parâmetros considerados normais, proporcionando o bem estar e, ainda, para os atletas de esportes de resistência, é a base para um bom desempenho (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016).

O consumo alimentar de esportistas tem revelado que muitos são suscetíveis a manter a ingestão negativa de energia durante as sessões de treino. Manter uma dieta deficiente em energia durante o treinamento geralmente leva a uma série de resultados adversos, sejam fatores físicos (isto é, perda de massa livre de gordura, qualidade do sono reduzida, recuperação ineficaz, flutuações hormonais, aumento da frequência cardíaca em repouso, etc.) ou psicológicos (ou seja, apatia e desânimo para realizar as sessões de treino e estresse aumentado) (CAPLING et al.,2017).

Consumir quantidades adequadas de carboidratos, proteínas e gorduras é importante para os atletas otimizarem seu treinamento e desempenho. Em particular e no que se refere ao desempenho no exercício, é evidente a necessidade de carboidratos ideais antes, durante e após sessões intensas com alto volume de estresse físico e durante as competições (CERMAK; VAN LOON, 2013).

Após a absorção intestinal, o carboidrato entra na corrente sanguínea onde é transportado até o fígado para sua conversão em glicose. Este monossacarídeo pode permanecer armazenado no fígado na forma de glicogênio hepático ou ir para corrente sanguínea, sendo utilizado como substrato energético pelas células ou mesmo ser captado pelos músculos e armazenado na forma de glicogênio intramuscular (DOS SANTOS; BELIVACQUA, 2015).

A glicose no citoplasma das células musculares sofrerá processos oxidativos, iniciando-se com a glicólise, na qual a glicose passará por reações mediadas por enzimas específicas gerando duas moléculas de piruvato. As moléculas de piruvato podem sofrer dois processos distintos: um dependente de oxigênio (O₂) e outro que não requer sua presença (RBME, 2015).

O processo independente de oxigênio terá como produto final: o lactato, obtido após a glicólise anaeróbia. O lactato quando se encontra em níveis elevados na corrente sanguínea apresenta relação direta com o declínio da força e *performance*, ocasionando a fadiga. Na glicólise aeróbica, processo dependente de oxigênio, o piruvato entra na mitocôndria das células e com a água, será oxidada no ciclo de Krebs para formação de Adenosina Trifosfato (ATP) responsável pela produção de energia nas células (KREIDER et al., 2010).

Os substratos resultantes do metabolismo dos carboidratos têm papel crucial no suprimento energético. Durante o exercício, a maioria da demanda energética é suprida pela degradação dos carboidratos. Esse importante macronutriente é encontrado por meio da dieta e quando consumido, é armazenado em forma de glicogênio, muscular e hepático (COSTA et al., 2017).

Caso não haja consumo suficiente de carboidratos durante os exercícios de longa duração, os estoques de glicogênio corporais serão depletados, o que poderá provocar queda nas concentrações de glicose sanguínea (hipoglicemia) e, como consequência, o sistema nervoso central e o metabolismo muscular irão entrar em colapso, provocando a interrupção das atividades, sintomas como fraqueza, tontura, tremor, sonolência, sudorese excessiva, fome, confusão e agressividade são comuns em quadros de hipoglicemia (SBD, 2017).

Diante deste assunto tão questionado entre profissionais da área e atletas, esta revisão sistemática teve como objetivo compreender o impacto glicêmico de diferentes fontes de carboidrato em exercícios de resistência.

2 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática realizada durante os meses de maio e junho de 2021. Para a busca dos artigos foram utilizadas quatro bases de dados: Nacional Library of Medicine (Pubmed), Scientific Electronic Library (Scielo), Literatura latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e o portal Medline. Todos os artigos foram encontrados utilizando os descritores na língua portuguesa: “carboidratos” AND “treino de resistência” AND “glicemia”; na língua inglesa: “*carbohydrate*” AND “*endurance*” AND “*glycemia*” e na língua espanhola: “*carbohidrato*” AND “*glucemia*” AND “*entrenamiento de resistencia*”.

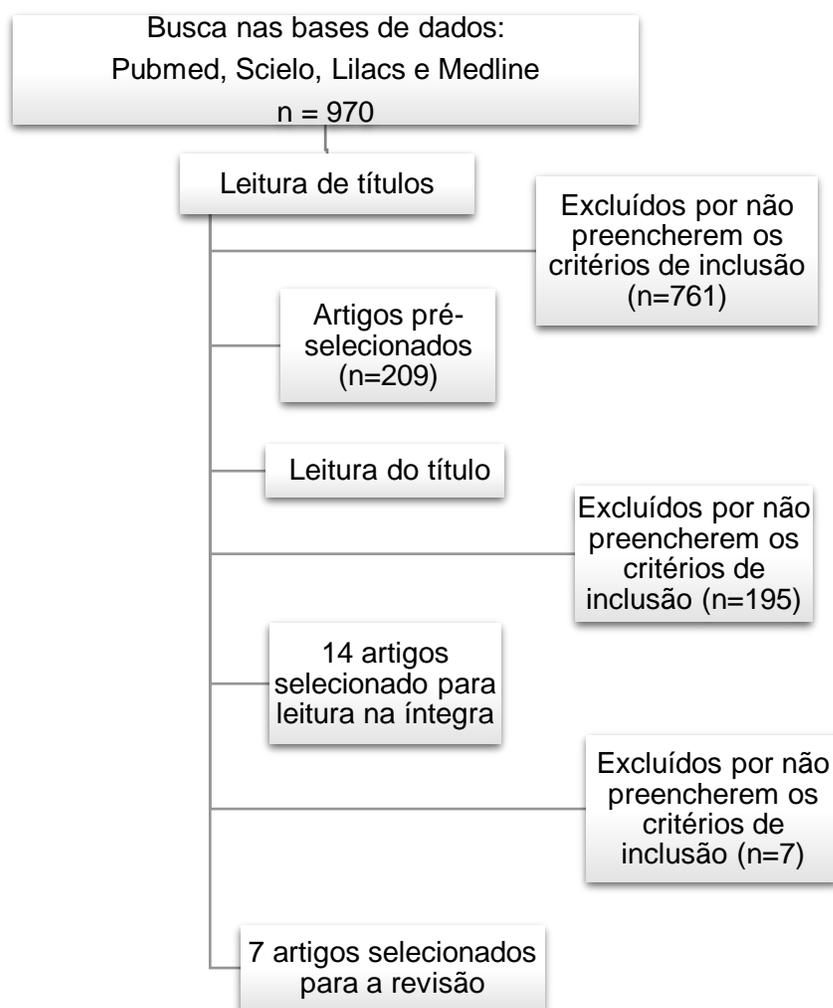
Quanto aos critérios adotados para a inclusão, foram utilizados: artigos em português, espanhol e inglês; dos últimos sete anos (2014 a 2021); com a amostra composta por atletas de esportes de resistência de ambos os sexos; sem nenhuma doença metabólica pré-existente e que fizeram uso de carboidratos isolados antes e/ou durante o treinamento. Os artigos que não obedeceram a esses critérios, artigos repetidos, artigos de revisão, teses e dissertações foram excluídos.

Foi realizada a leitura de título e resumo, posteriormente foram selecionados os artigos que respondessem à pergunta do estudo, “Qual o impacto glicêmico de diferentes fontes de carboidrato em exercícios de resistência?”. Os resultados, de acordo com a ordem alfabética, foram tabulados em um quadro com as seguintes informações: Nome do autor, ano, amostra, tipo de substância administrada, quantidade, objetivo e resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados inicialmente 970 artigos com o uso das palavras chave combinadas, após os critérios de inclusão e exclusão restaram 209. Foi realizada a leitura de título e/ou resumos sendo excluídos 195, restando 14 artigos para leitura na íntegra. Ao final, sete artigos respondiam ao objetivo do presente estudo. Como evidenciado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de seleção de artigos para a pesquisa “Comportamento glicêmico na atividade física” disponíveis nas bases de dados: Pubmed, Scielo, Lilacs e Medline, em mai -jun., 2021



Fonte: Autoria própria (2021)

Os artigos selecionados para esta revisão sistemática estão representados no Quadro 1.

Quadro 1 — Tabulação dos artigos referentes ao estudo “Comportamento glicêmico durante o exercício de resistência”, mai. - jun., 2021

Autores e ano	Amostra e População	Tipo e Quantidade	Objetivo	Resultados
Câmara et al. (2017)	<p>Amostra: (n=22)</p> <p>População: Jogadores de futebol do sexo masculino (com idades entre 19-37 anos) de uma equipe do Nordeste do Brasil.</p>	<p>Tipo: Bebida à base de maltodextrina;</p> <p>Bebida regional (Jacuba) feita com suco de limão, acerola e açúcar mascavo;</p> <p>Substância Placebo.</p> <p>Qtd: Suficiente para repor as perdas hídricas, calculado individualmente.</p>	<p>Avaliar a influência de duas bebidas com carboidratos na glicemia, desidratação e fadiga em um time de futebol do Nordeste do Brasil.</p>	<p>Foi eficiente usar fontes de carboidratos para melhorar o desempenho dos jogadores. Não houve diferença significativa no perfil glicêmicos dos atletas com o consumo de bebida regional como alternativa à maltodextrina.</p>
Gomes et al. (2014)	<p>Amostra: (n=12)</p> <p>População: Jogadores de tênis do sexo masculino (idade, 18 ± 1 ano; altura, $176 \pm 3,4$ cm; peso, $68,0 \pm 2,3$ kg.)</p>	<p>Tipo: Solução de maltodextrina;</p> <p>Solução placebo (água adoçada artificialmente)</p> <p>Qtd: 1 Garrafa de solução CHO 6% ($0,5g \times kg$) de maltodextrina ou placebo a cada hora de jogo/treino.</p>	<p>Avaliar o efeito da suplementação de CHO na glicemia, respostas hormonais, imunológicas e perceptivas de atletas durante partidas de tênis prolongadas.</p>	<p>A suplementação de CHO foi eficiente para manter a glicemia sob exercício controlado, prolongado e intermitente de alta intensidade.</p>
König et al. (2016)	<p>Amostra: (n=20)</p> <p>População: Atletas do sexo masculino (idade 29 ± 3 anos; peso $75,6 \pm 1,1$ kg;</p>	<p>Tipo: Isomaltulose; ou maltodextrina</p> <p>Qtd: 750mL de uma bebida contendo 75g de isomaltulose ou maltodextrina.</p>	<p>Analisar a influência da isomaltulose vs. ingestão de maltodextrina na utilização do substrato</p>	<p>Ambas substância trouxeram benefício para os atletas. Porém, houve melhora no desempenho no ciclismo após a</p>

	altura 183 ± 1,1 cm.)		durante o exercício de endurance e subsequente desempenho em ciclistas treinados.	ingestão de uma bebida de baixo IG (isomaltulose) em comparação com uma bebida de alto IG, a maltodextrina.
Newell et al. (2018)	<p>Amostra: (n=20)</p> <p>População: Ciclistas treinados do sexo masculino; Idade 34,0 (± 10,2) anos, massa corporal 74,6 (± 7,9) kg, estatura 178,3 (± 8,0) cm.</p>	<p>Tipo: Bebidas comerciais a base de glicose.</p> <p>Qtd: Soluções com concentrações de glicose: placebo 0%, 2%(20g/h), 3,9%(39g/h) ou 6,4% (64g/h).</p>	Examinar a cinética da glicose e estimar o uso total de substrato de glicogênio exógeno e endógeno, utilizando traçadores isotópicos estáveis.	A taxa de ingestão de 3,9% de glicose é uma dose de ingestão ideal, para provocar uma alteração suficiente no fornecimento de combustível durante o exercício submáximo.
Oliver et al. (2016)	<p>Amostra:(n = 16)</p> <p>População: Atletas treinados em resistência - média ± DP: 23 ± 3 anos, 176,7 ± 9,8 cm, 88,2 ± 8,6 kg, 12,1% ± 5,6% de gordura corporal.</p>	<p>Tipo: Carboidrato de alto peso molecular e baixa osmolalidade (HMW), outro de peso molecular baixo, de hidratos de carbono de alta osmolalidade (LMW) e substância Placebo (pla).</p> <p>Qtd: HMW: 27mOsm/kg LMW : 27mOsm/kg PLA: 14 mOsm/kg</p>	Examinar o efeito da ingestão de carboidratos de diferentes pesos moleculares após o exercício de ciclismo de alta intensidade	Após exercícios de resistência intensos e prolongados, a ingestão de soluções de carboidratos aumenta a velocidade e a potência durante o exercício de resistência de alta intensidade subsequente.
O'Hara et al. (2014)	<p>Amostra:(n=10)</p> <p>População: Ciclistas treinados do sexo masculino, com idades entre 31 ± 7 anos (variação: 24–44 anos), massa corporal de 76,2 ± 5,0 kg, percentual de</p>	<p>Tipo: Galactose; Glicose ; ou um placebo (água), como formulações de 1 L.</p> <p>Qtd: Não específica</p>	Comparar os efeitos da ingestão pré-exercício de galactose e glicose na capacidade de <i>endurance</i> , bem como as respostas glicêmica e insulinêmica em	O consumo de fontes de carboidratos são eficientes para manter uma glicemia ótima durante o exercício comparado com o grupo controle.

	gordura corporal de 9,7 ± 4,6%.		repouso e durante exercício.	
Bastos-Silva et al. (2016)	Amostra: (n=10) População: Atletas (idade: 23,9±2,5 anos; massa corporal: 75,1±12,3 kg; estatura: 170,0±1,0 cm; gordura corporal: 11,3±5,2%).	Tipo: Bebida à base de maltodextrina e Substância placebo. Qtd: 200ml de água com Maltodextrina 2g/kg. Placebo: 200 ml de água adoçada artificialmente.	Verificar o efeito da ingestão de carboidrato sobre o tempo de exaustão e a contribuição anaeróbia durante o exercício supra máximo em uma bicicleta ergométrica.	A ingestão de carboidrato não foi capaz de aumentar o tempo até a exaustão e a contribuição anaeróbia em exercícios à 110% da potência máxima em homens fisicamente ativos.

Fonte: Autoria própria (2021)

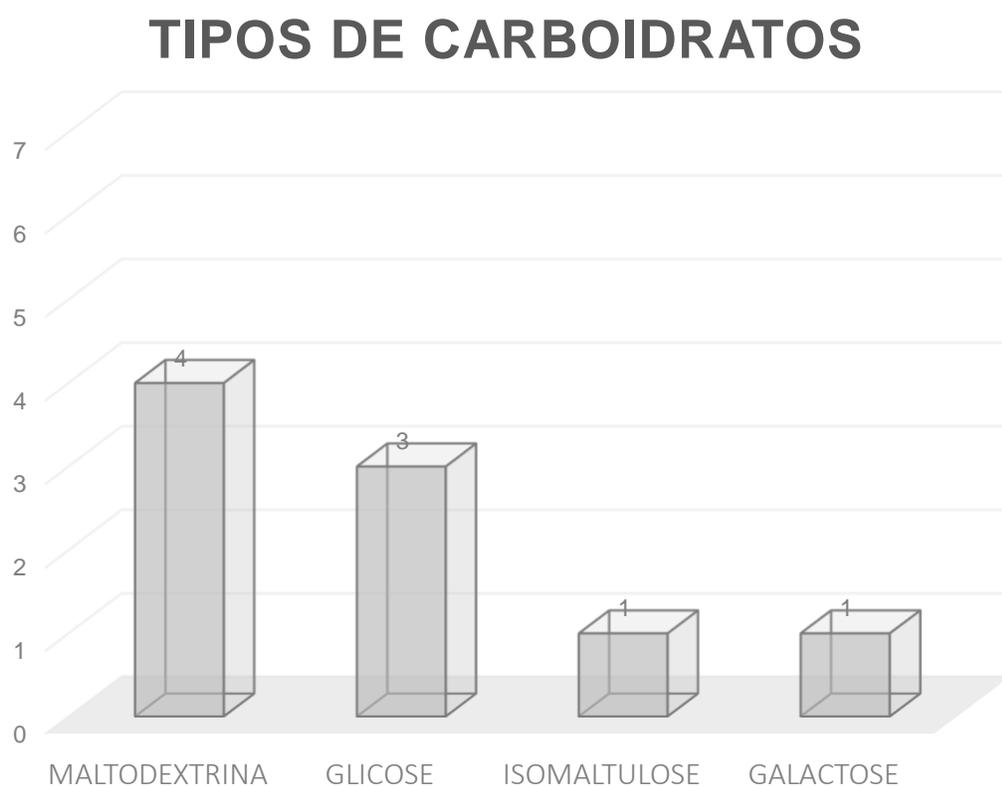
Os efeitos biológicos da utilização de fontes carbonadas para o melhor desempenho durante nos esportes de resistência são diversos e dependem de vários fatores como sua composição química e, conseqüentemente, de seu índice glicêmico.

O Índice Glicêmico (IG) é um parâmetro utilizado para mensurar a velocidade que ocorre o aumento da glicose sanguínea produzido após a ingestão de um determinado alimento. Originalmente utilizado na nutrição clínica para o manejo de diabéticos, esse preceito posteriormente expandiu suas aplicações e pode ser útil no planejamento nutricional em atletas. Durante exercícios prolongados de intensidade moderada, o benefício de consumir carboidratos de alto IG está associado à manutenção da glicose no sangue, enquanto durante exercícios de baixa intensidade, o consumo de carboidratos de alto IG pode reduzir a oxidação de gorduras. (DE SOUZA et al., 2020).

Todos os artigos desta revisão sistemática qualificam o índice glicêmico dos Carboidratos (CHO) utilizados em seus testes como um fator determinante para a manutenção da glicemia dos atletas. Quatro (57%) dos estudos comparam o efeito de carboidratos de alto e baixo índice glicêmico enquanto três deles (43%) utilizaram apenas fontes carbonadas de alto IG.

Os resultados apontam cinco tipos diferentes de carboidratos utilizados pelos autores: maltodextrina, glicose, isomaltulose e galactose. Presentes em 57%, 43%, 14% e 14% respectivamente. Representado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Gráfico de presença dos carboidratos utilizados nos estudos analisados.



Fonte: Autoria própria (2021)

3.1 TIPOS DE CARBOIDRATOS

3.1.1 Maltodextrina

A Maltodextrina (MAL) é um oligossacarídeo, ou seja, um polímero de glicose, proveniente da conversão enzimática do amido de milho. Em geral, os oligossacarídeos

são conhecidos por serem resistentes à ação digestiva em humanos, porém, a maltodextrina é uma exceção, pois tem elevado índice glicêmico. Além disso, por ser altamente solúvel em água, a MAL é hidrolisada e absorvida com facilidade, possui baixo valor osmótico e sabor neutro. Tornando-se assim um suplemento interessante a ser utilizado por atletas antes, durante e após o exercício físico, com o intuito de repor as reservas de glicogênio muscular, principalmente em exercícios prolongados, visto que, à medida que intensidade dos exercícios aumenta, a utilização de CHO torna-se cada vez mais importante para suprir a demanda do organismo (VOET; PRATT, 2014).

Câmara et al. (2017), Gomes et al. (2014) e König et al. (2016) fizeram uso deste carboidrato, administrando-o antes e durante o treinamento e encontraram efeitos positivos no comportamento glicêmico de seus atletas testados enquanto Bastos-Silva et al. (2016) não encontraram efeitos estatisticamente significantes na influência da glicemia dos atletas de sua amostra.

3.1.2 Glicose

A glicose é o monossacarídeo mais conhecido entre nós, sendo a principal fonte de energia para seres anaeróbios e aeróbios. Existem muitos processos no nosso organismo que estão relacionados a ela. É um monossacarídeo solúvel e essencial à vida dos diferentes organismos. Os monossacarídeos são os compostos mais simples de carboidrato, possuindo entre três e sete carbonos. Geralmente possuem gosto adocicado e são de alto índice glicêmico (RIBAS et al., 2017).

Oliver et al. (2016) utilizaram em seu estudo o *waxy maize*, que é um oligossacarídeo com baixo índice glicêmico e compararam seu efeito com a glicose em uma quantidade igual porém com menor índice glicêmico e, conseqüentemente maior osmolaridade.

3.1.3 Galactose

A Galactose (GAL) é o monossacarídeo que compõe a molécula conhecida como “o açúcar do leite”, a lactose (um dissacarídeo glicose-galactose). A ingestão de

galactose resulta em resposta mais lenta no aumento da glicemia e da insulina plasmática do que comparada com o consumo de glicose. A ingestão de galactose estimula potentemente a síntese de glicogênio hepático. Isso levanta a possibilidade de que o metabolismo da galactose seja mais semelhante à frutose do que à glicose e pode, portanto, manter a glicemia mais baixa em comparação com a ingestão de glicose (WATKINS et al.,2020).

O'Hara et al. (2014) fizeram uso comparativo da ingestão de glicose (alto IG) e de galactose (baixo IG). Foi constatado que a utilização pré-exercício de galactose foi mais efetiva na manutenção da capacidade de endurance em comparação com a glicose. O consumo de galactose produziu respostas glicêmicas semelhantes ao placebo durante o exercício, mantendo concentrações de glicose plasmática superiores durante a fase inicial dos sprints em comparação com a glicose.

A vantagem de desempenho de GAL em comparação com glicose é contrária aos achados de Jentjens et al. (2020). No entanto, o estudo de O'Hara et al. (2014) produziu poder estatístico de 0,7, superior aos 0,3 relatados por Jentjens et al. (2020).

3.1.4 Isomaltulose

A isomaltulose (6-O- α -d-glucopyranosyl-d-fructose) ou Palatinose™ é um dissacarídeo onde a glicose e frutose são ligados por uma ligação 1,6-glicosídica. Esse carboidrato tem baixo índice glicêmico e mostra eficácia na diminuição de efeitos de hiperglicemia. Atualmente, a isomaltulose também é amplamente usada em suplementos para atletas como uma fonte de energia de longo prazo, já que essa molécula não pode ser metabolicamente quebrada (consumida) em glicose e frutose tão rapidamente quanto a sacarose (AMANO et al.,2019).

Os resultados de König et al. (2016) mostraram que o desempenho dos ciclistas foi melhorado após a ingestão pré-exercício de uma bebida de baixo IG (isomaltulose) em comparação com uma bebida isocalórica de maltodextrina de alto IG. A isomaltulose resultou em uma resposta sustentada de glicose no sangue, mantendo uma taxa mais alta de oxidação de gordura em comparação com a maltodextrina, reduzindo assim a dependência da oxidação de CHO.

3.2 EFEITOS NA GLICEMIA

Dos artigos encontrados, seis (85%) comprovaram efeitos positivos na glicemia de atletas com a ingestão de fontes de carboidrato antes e durante o treinamento e apenas um deles (15%) apresentou resultado estatisticamente insignificante sobre o uso dessas substâncias para uma melhor *performance* do indivíduo.

Em 43% dos estudos selecionados prevaleceu a maior oxidação de gordura e houve maior preservação do glicogênio durante os testes; 29% manteve a glicemia sanguínea otimizada; 14% identificou aumento da ressíntese de glicogênio e nos outros 14% não foi encontrado nenhum efeito positivo ou negativo com o uso do carboidrato, como evidenciado no Quadro 2.

Quadro 2 – Diferentes efeitos da ingestão de carboidrato no exercício de resistência

Artigos	Efeitos
Gomes et al. (2016) Câmara et al. (2017)	Manteve a glicemia sanguínea otimizada
Oliver et al. (2016)	Aumentou a ressíntese de glicogênio
Newell et al. (2018) König et al. (2016) O'Hara et al. (2015)	Ocorreu maior oxidação de gordura e houve maior preservação do glicogênio
Bastos-Silva et al. (2016)	Não houve efeito positivo

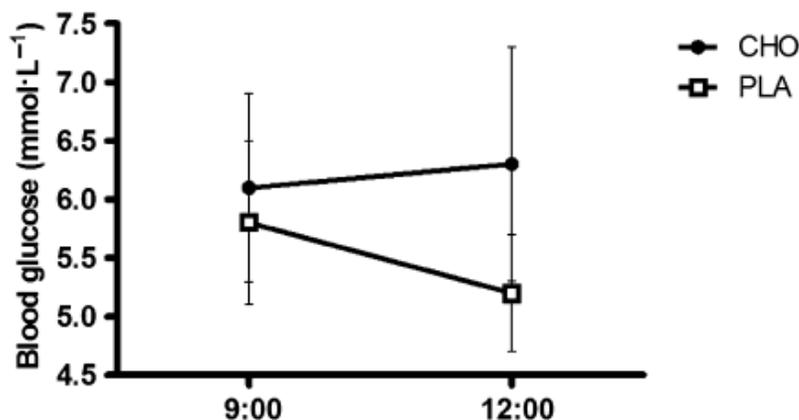
Fonte: Autoria própria (2021)

Os níveis de glicose otimizados durante o exercício prolongado e de alta intensidade são de total importância para o bom rendimento do atleta, uma vez que os estoques de glicogênio endógenos e a glicose plasmática circulante são substratos

essenciais para o fornecimento de energia em exercícios de resistência. O fato de evitar ou adiar a fadiga faz com que o atleta consiga estender a duração do exercício por meio de uma série de mecanismos propostos, incluindo: melhor manutenção da glicose plasmática circulante, taxas mais altas de oxidação exógena e preservação de glicogênio endógeno (ROWLANDS et al., 2015).

Nos estudos de Gomes et al. (2016) e Câmara et al. (2017) observaram-se que a ingestão de carboidrato (CHO) manteve o nível de glicose no sangue otimizado durante o exercício em comparação com o uso da substância placebo. Concluindo assim, que a suplementação de CHO é eficiente para manter a glicemia otimizada sob exercício controlado, prolongado e intermitente de alta intensidade.

Figura 2 – Gráfico representando a glicemia sanguínea durante treino de resistência



Fonte: Câmara et al. (2017)

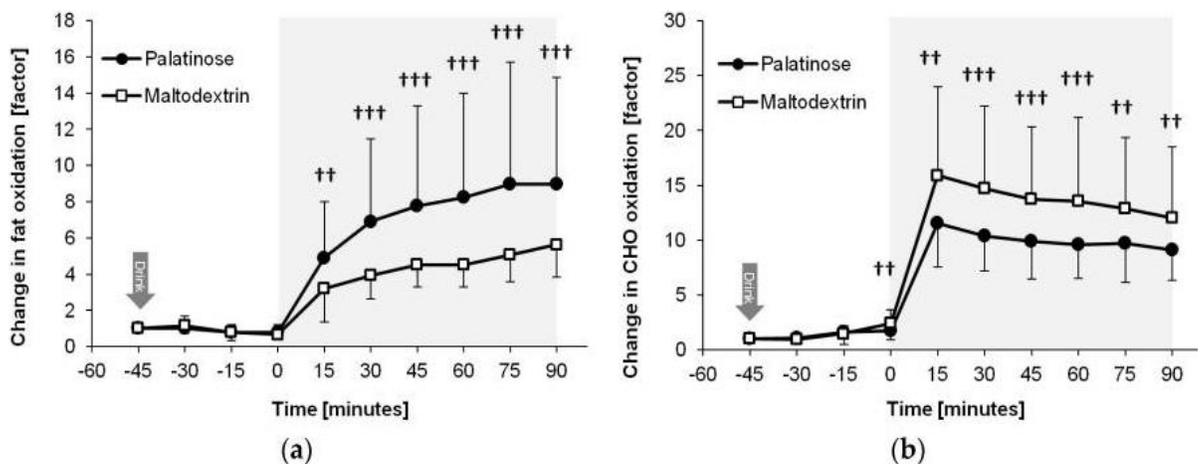
Em relação à glicemia durante a atividade física, nossos resultados corroboram com os estudos de Barbosa et al. (2018) comprovando que uma suplementação de carboidratos eleva os níveis de glicogênio muscular, influenciando direta e positivamente no desempenho em exercícios físicos prolongados. O manejo do índice glicêmico nas dosagens e concentrações da suplementação pode ser um importante fator

potencializador no que diz respeito à disponibilidade de carboidratos durante a sessão de exercício.

Entretanto, a ingestão de glicose pode estar associada à ocorrência de hipoglicemia de rebote durante o exercício, o que pode limitar a capacidade de melhorar o desempenho de resistência. A hipoglicemia de rebote está associada à ocorrência de hiperinsulinemia, tipicamente demonstrada diretamente antes do exercício. Se a hipoglicemia de rebote for relevante para o desempenho dos atletas, o uso de outras formas de CHO, com baixo índice glicêmico, que não tem impulso primário de insulina, pode solucionar o problema (GOMES et al.,2016).

Para Newell et al. (2018), König et al. (2016) e O'Hara et al. (2015) há inibição da lipólise e também maior dependência de depreciação dos estoques de glicogênio muscular como consequência da hiperinsulinemia. Pensando nisso, em seus estudos, os autores provaram que o uso de fontes de carboidrato de menor índice glicêmico pode amenizar o efeito negativo de uma possível hipoglicemia de rebote durante a atividade física prolongada. Ocorrendo, com seu uso, maior oxidação de gordura e maior preservação do glicogênio.

Figura 3 – Representação gráfica da oxidação de gordura e preservação do glicogênio com carboidrato de menor Índice Glicêmico

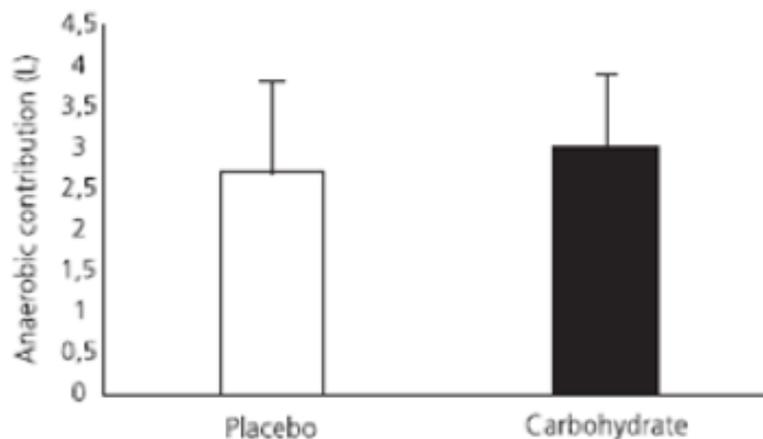


Fonte: König et al. (2016)

Para que ocorra a rápida ressíntese de glicogênio é preciso que haja o aumento na porcentagem da forma ativada da enzima glicogênio sintase, responsável pela transformação de glicose para a forma de glicose difosfato formadora do esqueleto da molécula de glicogênio. Pensando nisso, Oliver et al. (2016) concluíram que o consumo de carboidrato com alto peso molecular (HMW) (baixa osmolaridade) aumentou a taxa de síntese de glicogênio em 167% em relação a um carboidrato isoenergético de baixo peso molecular (LMW) (alta osmolaridade) para o período inicial de duas horas após o exercício de depleção de glicogênio. Este aumento nas taxas de síntese de glicogênio, permitiu maior produção de energia, aumento na velocidade e potência no qual está associado a maior disponibilidade de substratos para suportar taxas de fosforilação glicolítica (ATP) mais alta e mais rápidas restaurações de concentração de fosfocreatina.

Segundo Coletta et al. (2014), a utilização de carboidrato para manter a glicemia otimizada e conseqüentemente influenciar no desempenho do atleta pode não ser considerada significativa, concordando com Bastos-Silva et al. (2016) que chegaram à conclusão de que a ingestão de carboidrato não foi capaz de aumentar o tempo até a exaustão e a contribuição anaeróbia em exercícios à 110% da potência máxima em atletas.

Figura 4 – Representação gráfica da contribuição aeróbica com uso de carboidrato



Fonte: Bastos-Silva et al. (2016)

4 CONCLUSÃO

O comportamento glicêmico é determinante no desempenho durante exercícios de resistência, principalmente em atletas de alto rendimento, onde a *performance* máxima é exigida constantemente. A utilização do carboidrato como recurso ergogênico antes e durante as sessões de treinamento mostrou eficiência em 85% dos estudos analisados.

Conclui-se, portanto, que o carboidrato é um macronutriente fundamental para o desempenho dos atletas e sua influência na glicemia sanguínea, durante o treinamento, depende da formulação química presente no suplemento (oligossacarídeos ou monossacarídeos) e, conseqüentemente, do seu índice glicêmico.

Fontes carbonadas de maior IG mantêm a glicemia otimizada propiciando maior ressíntese de glicogênio como evidenciado nos estudos que recorreram ao uso de glicose e maltodextrina. Enquanto com a utilização de galactose e isomaltulose, carboidratos de menor IG, houve acréscimo da taxa oxidativa de adipócitos e, conseqüentemente, maior preservação do glicogênio.

Apesar das evidências encontradas na eficácia da utilização dos carboidratos como forma de evitar ou retardar o processo de fadiga em atletas durante o treinamento, o tipo e dosagem ideal deste macronutriente ainda é pouco compreendida. Portanto, sugerem-se a realização de novos estudos sobre suplementação em atletas, de carboidratos antes, durante e depois do exercício de resistência.

REFERÊNCIAS

AMANO, T .; Sugiyama, Y .; Okumura, J .; Fujii, N .; Kenny, GP; Nishiyasu, T .; Inoue, Y .; Kondo, N .; Sasagawa, K .; Enoki, Y .; et al. Efeitos da ingestão de isomaltulose no estado de hidratação pós-exercício e respostas de perda de calor em homens jovens. **Exp. Physiol.** 2019 , 104 , 1494-1504. Disponível em: < <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1113/EP087843>>. Acessado em: 15 mai.2021.

BASTOS-SILVA, Victor Jose, et al. Effects of carbohydrate intake on time to exhaustion and anaerobic contribution during supramaximal exercise. **Revista de Nutrição**, 2016,

29.5: 691-697. Disponível em:< https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-52732016000500691&script=sci_arttext>. Acessado em: 5 jun.2021.

BARBOSA, Vinícius, et al. Influência da Ingestão de Carboidratos no Desempenho de Atletas de Futebol Profissional. *International Journal of Nutrology*, 2018, 11.S 01: Trab474. Disponível em:< <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0038-1674771>>. Acessado em: 1 jun.2021.

CÂMARA, Juliana Tanise Costa; FERREIRA, Amanda Maria de Jesus; FAYH, Ana Paula Trussardi. Hydration with maltodextrin vs. a regional beverage: effects on the performance of soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 23, n. 3, p. 217-221, 2017. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/rbme/v23n3/1517-8692-rbme-23-03-00217.pdf>>. Acessado em 22 mai. 2021.

CAPLING, Louise, et al. Validity of dietary assessment in athletes: A systematic review. *Nutrients*, 2017, vol. 9, no 12, p. 1313. Disponível em:< <https://www.mdpi.com/2072-6643/9/12/1313>>. Acessado em 10 mai. 2021.

CAPRARO, André Mendes; DE FREITAS JUNIOR, Miguel Archanjo. Apresentação Dossiê História do Esporte. *História: Questões & Debates*, 2020, vol. 68, no 2, p. 7-13. Disponível em:
<https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:J84fnXG0kx0J:scholar.google.co.m/+surgimiento+de+esportes&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2016&as_vis=1>.
Acessado em 10 mai. 2021.

COLETTA, Adriana; THOMPSON, Dixie L.; RAYNOR, Hollie A. The influence of commercially- available carbohydrate and carbohydrate-protein supplements on endurance running performance in recreational athletes during a field trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2014, 10.1: 17. Disponível em:< <https://link.springer.com/article/10.1186/1550-2783-10-17>>. Acessado em: 2 jun. 2021.

COSTA, Telma Aparecida et al.. Suplementação com bebida artesanal que contém carboidrato em atletas da ginástica rítmica. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte*, Porto Alegre, v. 39, n. 2, p. 115-122, Jun. 2017. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0101328916000366>>. Acessado em 2 jun. 2020.

DE SOUSA, Dallyla Jennifer Morais, et al. Influência do índice glicêmico dos alimentos sobre a concentração de marcadores pró-inflamatórios. *ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION*, 2020, 9.1. . Disponível em:
<https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:J84fnXG0kx0J:scholar.google.co.m/+surgimiento+de+esportes&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2016&as_vis=1>.
Acessado em 3 jun. 2020.

GOMES, Rodrigo V. et al. Effect of carbohydrate supplementation on the physiological and perceptual responses to prolonged tennis match play. *The Journal of Strength &*

Conditioning Research, v. 28, n. 3, p. 735-741, 2014. Disponível em: < https://journals.lww.com/nsca-jscr/FullText/2014/03000/Effect_of_Carbohydrate_Supplementation_on_the.19.aspx>. Acessado em 5 jun. 2021.

JEUKENDRUP AE, Jentjens R. Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: **Current thoughts, guidelines and directions for future research Sports Med.** 2000; 29(6):407-24. Disponível em: < <https://www.allsportsjournal.com/article/5/1-1-5-380.pdf>>. Acessado em: 25 mai. 2021.

KERKSICK, Chad M., et al. Atualização da revisão de nutrição esportiva e exercícios da ISSN: pesquisas e recomendações. **Journal of the International Society of Sports Nutrition** , 2018, 15.1: 38. Disponível em:< <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12970-018-0242-y>>. Acessado em 25 mai. 2021.

KREIDER RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **J Int Soc Sports Nutr.** 2010;7:7. . Disponível em:< <https://link.springer.com/article/10.1186/1550-2783-7-7>>. Acessado em 27 mai. 2021.

KÖNIG, Zdzieblik. et al. Substrate Utilization and Cycling Performance Following Palatinose™ Ingestion: A Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. **Nutrients.** 2016 Jun 23;8(7):390. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4963866>>. Acessado em: 5 jun. 2021.

LOUCKS, Anne B. Equilíbrio energético e composição corporal em esportes e exercícios. **Journal of sports sciences** , 2004, 22.1: 1-14. Disponível em:< <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0264041031000140518>>. Acessado em 5 jun. 2020.

NEWELL, M.L.; Wallis, G.A.; Hunter, A.M.; Tipton, K.D.; Galloway, S.D.R. Metabolic Responses to Carbohydrate Ingestion during Exercise: Associations between Carbohydrate Dose and Endurance Performance. **Nutrients** 2018, 10, 37. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/1/37>>. Acessado em: 5 jun. 2021.

O'HARA, John P et al. "The effect of pre-exercise galactose and glucose ingestion on high- intensity endurance cycling." **Journal of strength and conditioning research** vol. 28,8 (2014): 21-45-53. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24476772/>>. Acessado em: 5 jun. 2021.

OLIVER JM, Almada AL, Van Eck LE, Shah M, Mitchell JB, Jones MT, Jagim AR, Rowlands DS. Ingestion of high molecular weight carbohydrate enhances subsequent repeated maximal power: a randomized controlled trial. **PloS one.** 2016 Sep 16;11(9):e0163009. Disponível em: < <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0163009>>. Acessado em: 5 jun. 2021.

SILVA, Elisângela et al. Treinamento concorrente: Endurance x Força. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 26, n. 4, p. 181-190, 2019. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/7175>>. Acessado em: 5 jun. 2021.

RIBAS, Marcelo Romanovitch, et al. Análise do comportamento agudo do lactato e glicose em séries de treino metabólico e tensional. **RBPFEEX-Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício**, 2019, 13.82: 314-319. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:J84fnXG0kxkJ:scholar.google.com/+surgimiento+de+esportes&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2016&as_vis=1>. Acessado em 5 jun. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018**. 2017. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:svAMg2ohmboJ:scholar.google.com/+diretriz+sociedade+brasileira+de+diabetes&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>. Acessado em: 5 jun. 2021.

VOET, D; VOET, J. *Bioquímica*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

WATKINS, Jonathan, et al. Galactose ingerida com uma bebida rica em gordura aumenta a lipemia pós-prandial em comparação com a ingestão de glicose, mas não de frutose em homens saudáveis. **The Journal of Nutrition**, 2020. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jn/article/150/7/1765/5820827>>. Acessado em: 5 jun. 2021.