



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE CAMPUS PROFESSOR ANTÔNIO
GARCIA FILHO DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO**

ESTEPHANE TAVARES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO ÍNDICE GLICÊMICO DA REFEIÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO NA
RESPOSTA METABÓLICA E NO DESEMPENHO FÍSICO: UMA REVISÃO
NARRATIVA**

**LAGARTO
2022**

ESTEPHANE TAVARES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO ÍNDICE GLICÊMICO DA REFEIÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO NA
RESPOSTA METABÓLICA E NO DESEMPENHO FÍSICO: UMA REVISÃO
NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado, na Universidade
Federal de Sergipe – Campus
Prof. Antônio Garcia Filho,
Lagarto/SE.

Orientadora: Profa. Dra. Andreia
Alexandra Machado Miranda

**LAGARTO
2022**

ESTEPHANE TAVARES DA SILVA

**INFLUÊNCIA DO ÍNDICE GLICÊMICO DA REFEIÇÃO PRÉ-EXERCÍCIO NA
RESPOSTA METABÓLICA E NO DESEMPENHO FÍSICO: UMA REVISÃO
NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial
para obtenção do título de bacharel
em nutrição, à Comissão Julgadora
designada pelo colegiado do curso de
nutrição da universidade federal de
sergipe.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Orientadora: Profa. Dra. Andreia Alexandra
Machado Miranda

1ª examinadora: Diva Aliete dos Santos Vieira

2º examinador: Washington Paixão

RESUMO

No exercício físico, o carboidrato é essencial para o fornecimento energético ao cérebro e como substrato para o trabalho muscular. Neste sentido, algumas estratégias para melhorar o desempenho no exercício são baseadas na manipulação do carboidrato ingerido e no seu índice glicêmico (IG), que determina a velocidade de sua absorção e a elevação ou diminuição da glicemia, o qual tem sido estudado com a finalidade de investigar a influência especialmente da refeição pré-exercício. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito da ingestão pré-exercício de refeições de alto, moderado e baixo índice glicêmico na resposta metabólica e no desempenho físico. Para tal, foi conduzida uma revisão narrativa da literatura realizada nas bases de dados como Medline via Pubmed, Scientific Electronic Library Online (SciELO), LILACS e a plataforma Google Scholar. Os termos de pesquisa (palavras-chave e descritores - DeCS), foram utilizados em várias combinações. Posteriormente, foram selecionados os trabalhos na língua portuguesa e inglesa e não houve restrição quanto ao tempo limite de publicação. Os resultados encontrados nesta revisão foram mistos e contraditórios, além dos estudos utilizarem diferentes metodologias e atividades esportivas heterogêneas. A análise dos estudos epidemiológicos evidenciou benefícios metabólicos e fisiológicos do consumo de refeição de baixo índice glicêmico (BIG) antes do exercício, proporcionando uma menor resposta glicêmica e insulinêmica antes da realização do exercício físico. No entanto, não foram observadas diferenças na performance física em função do IG da refeição pré-exercício, fazendo-se necessários mais ensaios clínicos randomizados com maior tempo de intervenção para avaliar os desfechos de forma consistente e produzir maiores embasamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação pré-exercício. Carboidratos. Exercício. Índice Glicêmico. Resposta glicemia. Resposta insulinêmica.

ABSTRACT

In physical exercise, carbohydrate is essential for the energy supply to the brain and as a substrate for muscle work. For that matter, some strategies to improve exercise performance are based on the manipulation of the ingested carbohydrate and its glycemic index (GI), which determines the speed of its absorption and the increase or decrease of blood glucose, which has been studied with the purpose of investigating the influence particularly of the pre-exercise meal. Thus, the aim of this study was to verify the effect of the pre-exercise intake of meals with high, moderate, and low glycemic index on the metabolic response and physical performance. To this end, a narrative review of the literature was conducted in databases such as Med line via PubMed, Scientific Electronic Library Online (Sci ELO), LILACS and Google Scholar platform. The search terms (keywords and descriptors—DECs), were used in various combinations. Subsequently, studies in Portuguese and English were selected and there was no restriction on the time limit for publication. The results found in this review were both mixed and contradictory, besides the studies used different methodologies and heterogeneous sports activities. The analysis of epidemiological studies showed metabolic and physiological benefits of consuming a low glycemic index meal (LGI) before exercise, providing a lower glycemic and insulin response before exercise. However, no differences were observed in physical performance as a function of the GI of the pre-exercise meal. Further, randomized clinical trials with longer intervention times are needed to consistently evaluate the outcomes and produce more evidence.

KEYWORDS: Pre-exercise food. carbohydrates. Exercise. Sugar level. Blood glucose response. insulinemic response.

LISTA DE ABREVIATURAS

AIG – Alto índice glicêmico

BIG – Baixo índice glicêmico

CHO - Carboidratos

CG – Carga glicêmica

IG – Índice glicêmico

MIG – Médio índice glicêmico

SNC – Sistema nervoso central

MEDLINE - Medical Literature Analysis and Retrieval System Online

LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

PH - Potencial Hidrogeniônico

SCIELO - Scientific Electronic Library Online

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	08
2. JUSTIFICATIVA.....	09
3. OBJETIVOS.....	10
3.1 Objetivo geral.....	10
3.2 Objetivos específicos.....	10
4. METODOLOGIA.....	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5.1 Carboidratos: considerações bioquímicas e metabólicas.....	11
5.2 Carboidratos, índice glicêmico e carga glicêmica.....	14
5.3 Carboidratos e exercício físico.....	16
5.4 Efeito do índice glicêmico na resposta glicêmica, insulinêmica e no desempenho físico.....	19
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

O consumo de carboidratos (CHO) é responsável pela melhora no rendimento físico e é um método utilizado visando a melhora no desempenho de atletas nas atividades desportivas (FONTAN e AMADIO 2015). Assim, tanto no exercício anaeróbico (produção de energia através da oxidação de carboidratos), quanto no exercício aeróbico (utiliza oxigênio para gerar energia), é fundamental o consumo de carboidratos para o fornecimento de energia. (MCARDLE et al, 2001) Além disso, a estabilização da glicemia após a ingestão de carboidratos pré-exercício reduz diminuição nos níveis de glicogênio (FAYH et al., 2007).

A digestão e absorção de carboidratos acontece em velocidades diferentes, para isso os carboidratos foram classificados de acordo com a taxa de digestão e absorção desses alimentos. (JENKINS et al.1981; SIU; WONG, 2004; SAPATA et al., 2006). Portanto, o índice glicêmico (IG) é referente às respostas glicêmicas do organismo, após o consumo de uma taxa de no mínimo 50 gramas de carboidratos absorvidos depois da ingestão.

Os valores obtidos apresentam à resposta glicêmica atingida após a finalização do consumo de alimentos, sendo referência o pão branco ou glicose, pelo mesmo indivíduo (LUDWIG, 2000; WOLEVER et al, 1991; WOLEVER e BOLOGNESI, 1996). Desse modo, o IG é um indicador qualitativo da habilidade do carboidrato ingerido em elevar os níveis glicêmicos (WOLEVER, 1991). Os alimentos de alto índice glicêmico (AIG) são digeridos e absorvidos mais rapidamente do que os alimentos de baixo índice glicêmico (BIG) (SIU; WONG, 2004).

O IG é uma estratégia utilizada na nutrição esportiva para oferecer estado metabólico adequado no exercício, contribuindo para a melhora na oferta do carboidrato durante o exercício (SIU; WONG, 2004). O consumo de refeição de BIG tem sido recomendado no pré-exercício, por induzir resposta glicêmica mais baixa e constante, além de preservar os estoques de glicogênio durante o exercício, aumentando o desempenho físico (KIRWAN et al., 2001; SIU; WONG, 2004) (KONIG e colaboradores, 2016). Por sua vez, refeições de AIG pré-exercício, podem provocar hipoglicemia devido ao aumento da secreção de insulina após o seu consumo, diminuem a oxidação de gordura e aumentam a liberação de hormônios que estimulam a quebra de glicogênio. A diminuição dos níveis de glicogênio muscular está associada

à fadiga e à redução da intensidade do exercício sustentado, prejudicando assim os fatores que influenciam o desempenho, como a estimulação, a percepção da fadiga, a habilidade motora e a concentração (BURKE et al, 1993). O consumo de alimentos com BIG e AIG antes do exercício foram comparados resultando em algumas controvérsias, embora haja evidências sobre as vantagens do BIG (RODRIGUEZ, MARCO e LANGLEY, 2009; DONALDSON, PERRY e ROSE, 2010; O'REILLY, WONG e CHEN, 2010).

Portanto, o objetivo deste trabalho é abordar o efeito da ingestão pré-exercício de refeições de alto, moderado e baixo índice glicêmico na resposta metabólica e no desempenho físico.

2. JUSTIFICATIVA

A refeição pré-exercício representa um procedimento fundamental para que este possa ser feito de forma adequada, pois deverá possibilitar manter os níveis de glicemia adequados para que não ocorra um desequilíbrio glicêmico ou fadiga muscular, além de impedir o desconforto gástrico no momento da realização da atividade (BURKE et al.,2011). Existem várias formas de se estabelecer um planejamento dietético pré-exercício, entre elas a partir do índice glicêmico.

Nesse seguimento, estudos epidemiológicos têm vindo a demonstrar alterações metabólicas promovidas pelo índice glicêmico da refeição e sua provável interação durante o exercício. Dessa forma, torna-se necessário avaliar o impacto desta variável na prática do esporte e ampliar as informações em relação a influência do índice glicêmico da refeição pré-treino a resposta metabólica durante o treinamento, bem como no desempenho físico de atletas e praticantes de atividade física.

Conhecer os impactos metabólicos sobre a resposta glicêmica de uma refeição pré-exercício pode auxiliar principalmente aos profissionais de nutrição esportiva a estabelecerem condutas nutricionais adequadas, aprimorando a qualidade do exercício físico.

3. OBJETIVOS

3. 1 Objetivo geral

- Avaliar a influência do índice glicêmico das refeições ingeridas pré-exercício nos parâmetros metabólicos e no desempenho físico.

3. 2 Objetivos específicos

- Analisar a importância da ingestão de carboidratos antes do exercício físico, de acordo com a literatura;
- Verificar o efeito do consumo de refeições pré-exercício de diferentes índices glicêmicos nos parâmetros metabólicos, nomeadamente resposta glicêmica e insulinêmica;
- Avaliar o efeito do consumo de refeições pré-exercício de diferentes índices glicêmicos no desempenho físico;
- Proporcionar suporte técnico que auxilie profissionais e nutricionistas a estruturar estratégias que maximizem o desempenho.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho é uma revisão narrativa da literatura norteadada pela busca de trabalhos acadêmicos (Trabalhos de Conclusão de Curso, Dissertações e Teses) e artigos indexados em bases de dados como Medline via Pubmed, Scientific Electronic Library Online (SciELO), LILACS e a plataforma Google Scholar. Foram selecionados os trabalhos na língua portuguesa e inglesa, sendo esta última escolhida por ser a língua universal na qual maioria dos artigos são publicados. Não houve restrição quanto ao tempo limite de publicação. Os termos de pesquisa (palavras-chave e descritores - DeCS) selecionados em português e inglês, foram utilizados em várias combinações considerando os operadores booleanos AND e OR e as palavras-chave:

Alimentação pré-exercício; Índice glicêmico pré-exercício; Resposta metabólica; Resposta glicemia; Resposta insulínica.

Descritores: Carboidratos da dieta; Dietary carbohydrates; Índice glicêmico; Glycemic Index; Controle Glicêmico; Glycemic Control; Exercício Físico; Exercise; Treinamento de Força; Resistance Training; Desempenho Físico Funcional; Physical Functional Performance; Metabolismo; Metabolism; Glicogênio; Glycogen; Metabolismo Energético; Energy Metabolism; Glicemia; Blood Glucose.

Foram utilizados ainda, os seguintes filtros de pesquisa: estudo com humanos, textos completos, periódicos e artigos acadêmicos revisados por pares.

Consequente aos trabalhos obtidos com os descritores foi realizada a análise dos mesmos, por forma a selecionar os estudos mais convenientes à elaboração da presente revisão bibliográfica. A análise de dados se iniciou por pesquisas de artigos científicos com base nos temas de interesse do trabalho, partindo da relevância inicial do título dos artigos para o tema deste trabalho, em seguida pelos resumos a fim de se ter um panorama geral da pesquisa, finalizando com a leitura na íntegra, para posterior inclusão ou exclusão no estudo.

Foram excluídos da pesquisa aqueles que, em dissonância do título, tratavam de estudos *in vitro* ou em animais; os estudos que envolveram participantes com idade inferior a 18 anos; e ainda, os que não tinham objetivos consoantes com o tema.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

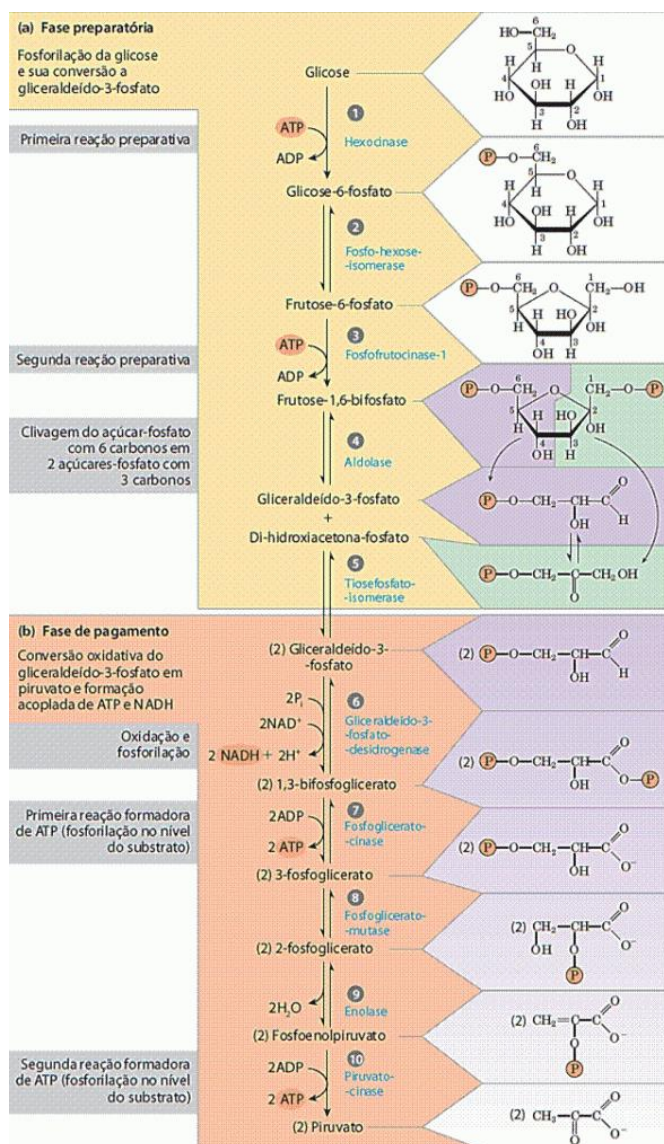
5.1 CARBOIDRATOS: CONSIDERAÇÕES BIOQUÍMICAS E METABÓLICAS

Os carboidratos cuja molécula (CH_2O) n tem em sua composição átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, podem ser classificados quanto à sua estrutura química sendo chamados de monossacarídeos quando sozinhos, como a frutose, glicose e galactose, dissacarídeos quando em duplas, a exemplo da lactose, sacarose e maltose, oligossacarídeos tendo entre 3 a 9 carbonos, além dos polissacarídeos apresentando 10 carbonos ou mais em sua estrutura (CHAMPE et al., 2006).

Em nosso cotidiano podemos perceber a presença do carboidrato, como um dos principais nutrientes que fazem parte da nossa dieta, sendo responsável pelo

fornecimento de energia através da sua oxidação, que é a via principal de várias células (LEHNINGER, 2014).

Figura 1: Glicólise.



Fonte: (LEHNINGER, 2014).

Os carboidratos, são armazenados no músculo e fígado em forma de glicogênio, exercendo funções importantes para o organismo, como fonte principal de energia para a realização de atividade física e para o sistema nervoso central, além disso, previnem a utilização de proteínas e ativam o catabolismo dos lipídeos (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2003; POWERS e HOWLEY, 2005).

As recomendações vigentes para ingestão de CHO na população adulta em geral variam de 45-65% do valor energético total diário dos indivíduos (DRIs, 2005),

sendo este percentual atendido pela ingestão de múltiplos alimentos fonte deste macronutriente, nas diferentes refeições ao longo do dia. Os CHO simples mais encontrados nos alimentos são frutose, sacarose e lactose a exemplo do açúcar, mel, refrigerantes, sorvetes, chocolates, farinha refinada e dentre os complexos, o amido a exemplo das sementes, batata doce, inhame, macaxeira, aveia e alimentos integrais.

A definição de amido resistente se refere a quantidade total de amido junto aos produtos resultados da degradação de amidos resistentes ao processo de digestão no intestino delgado, de maneira geral, pode-se dizer que amido resistente é uma fibra dietética total. O amido resistente favorece a redução do índice glicêmico dos alimentos, contribuindo para uma resposta glicêmica e insulinêmica reduzida, tornando-se mais adequada (PEREIRA, 2008).

Após análises fisiológicas, o amido resistente se mostrou influente no aumento da produção de ácidos graxos de cadeias curtas além de contribuir para a formação da energia difusa progressiva (EDP), fazendo com que a energia do alimento seja liberada ao longo do tempo da digestão, desse modo o indivíduo fica saciado por um tempo maior, trazendo benefícios para atletas maratonistas, por exemplo, que necessitam de energia durante toda a prova (PEREIRA, 2008).

No processo de digestão, a hidrólise dos dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos em monossacarídeos é feita através das enzimas, que são responsáveis pela quebra desses compostos em todo o trato gastrointestinal. A princípio, o amido é digerido na boca através da amilase salivar, que inicia a quebra das ligações glicosídicas para maltose e oligossacarídeos. No estômago, a enzima é inativada devido ao pH baixo, já no duodeno a hidrólise do amido e glicogênio em maltose, oligossacarídeos e dissacarídeos é realizada pela amilase pancreática (MOTTA, 1999). Após isso, nas células epiteliais do intestino delgado, a maltose e dextrina são hidrolizadas pelas enzimas maltase e dextrinase, enquanto a isomaltose e sacarose são hidrolizadas pelas isomaltase e sacarase e a lactose hidrolizada pela lactase. Após a digestão, quase todos os CHO são absorvidos na forma de glicose, com exceção da frutose e da galactose, que são absorvidas em sua forma original e convertidas a intermediários do metabolismo da glicose no fígado (RODRIGUES, 2007).

Dessa forma, após absorção, a glicose sanguínea aumenta e a insulina é secretada pelas células β das ilhotas pancreáticas (MOTTA, 1999). A resposta do

metabolismo glicêmico é definida pela quantidade e tipo de carboidrato consumido, variando de acordo com a sua estrutura química e o seu processamento (RODRIGUES, 2007).

5. 2 CARBOIDRATOS E ÍNDICE GLICÊMICO

As diferentes fontes de CHO variam quanto às suas taxas de absorção e, conseqüentemente, são também variáveis os seus efeitos sob as concentrações plasmáticas de glicose e insulina. Essas variações na resposta dos CHO da dieta podem ser quantificadas por meio do IG e da Carga Glicêmica (CG) dos alimentos (SARTORELLI E CARDOSO, 2006).

O conceito de IG foi proposto por Jenkins et al. (1981) com a finalidade de classificar os alimentos, com diferentes qualidades de CHO, com base no potencial aumento da glicose sanguínea em relação a um alimento padrão. Este índice leva em conta que os carboidratos dos alimentos apresentam diferentes respostas glicêmicas, quando testados em condições padronizadas, tanto em indivíduos saudáveis como em diabéticos. Assim, o IG é definido como a relação entre a área abaixo da curva de resposta glicêmica duas horas após o consumo de uma porção de alimento-teste contendo 25 ou 50 gramas de CHO, e a área abaixo da curva de resposta glicêmica correspondente ao consumo de uma mesma porção de CHO do alimento-referência: a glicose ou o pão branco (farinha de trigo refinada) (JENKINS ET AL., 1981; JENKINS ET AL., 2002; FOSTER-POWELL ET AL., 2002).

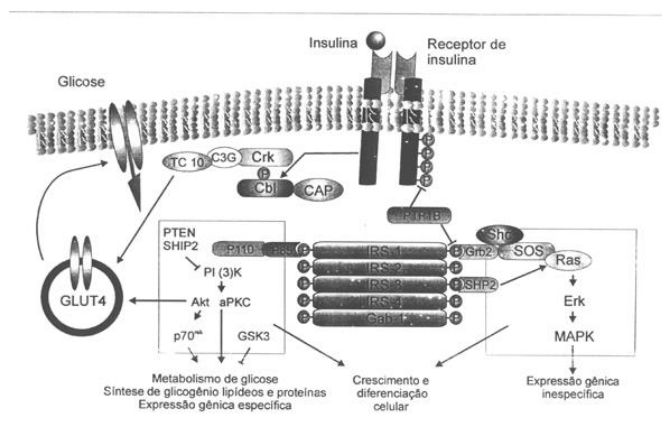
A partir dos valores de índice glicêmico, os alimentos são classificados em três categorias: Baixo IG, quando o índice glicêmico é menor ou igual a 55; Médio IG (MIG), quando varia entre 56 a 69; Alto IG, quando é maior ou igual a 70 (ATKINSON, FOSTER-POWELL, BRAND-MILLER, 2008).

Dessa maneira, são considerados alimentos de alto índice glicêmico, aqueles alimentos que são absorvidos rapidamente e elevando de maneira veloz a glicose sanguínea, enquanto isso, os alimentos de baixo índice glicêmicos são lentamente absorvidos e liberam glicose para o sangue de maneira progressiva (NUTRIÇÃO NO ESPORTE, 2013). Entretanto, através do IG não é possível medir a velocidade que os níveis de glicose no sangue aumentam. O pico glicêmico que ocorre após a

realização de refeições, com BIG e AIG são evidenciados em valores muito próximos de intervalo (BRAND-MILLER et al., 2009) (MAHAN, ESCOTT-STUMP E RAYMOND, 2013). Alguns estudos sugerem, que os níveis de glicose sanguínea são influenciados de acordo com o tipo e quantidade de carboidratos consumido, apesar de que, o principal fator que indica a resposta glicêmica é a quantidade de carboidratos que foi ingerido (EVERT et al., 2013); (MAHAN, ESCOTT-STUMP E RAYMOND 2013).

A insulina é um hormônio anabólico, é fundamental para a manter o equilíbrio da glicose (reduzindo a síntese de glicose hepática e elevando sua captação pelo tecido muscular e adiposo), do crescimento e da diferenciação celular. Após a elevação da glicose sanguínea a insulina é secretada pelas células b das ilhotas pancreáticas. (CARVALHEIRA et al., 2022)

Figura 2: Via de sinalização da insulina.



Fonte: (PATTI e KAHN, 1998).

A figura 2 mostra as etapas de sinalização intracelular inicia com a sua ligação a um receptor específico de membrana, uma proteína heterotetramérica, composta por duas subunidades a e duas subunidades b, que atua como uma enzima alostérica na qual a subunidade a inibe a atividade tirosina quinase da subunidade b. A ligação da insulina à subunidade a permite que a subunidade b adquira atividade quinase levando a alteração conformacional e autofosforilação, que aumenta ainda mais a atividade quinase do receptor (PATTI e KAHN, 1998).

5.3 CARBOIDRATOS E EXERCÍCIO FÍSICO

A alimentação contribui substancialmente na obtenção de melhores resultados no esporte (SOUSA E TIRAPEGUI, 2005) e, embora todos os macronutrientes sejam importantes na alimentação, os carboidratos receberam especial atenção na nutrição esportiva devido a uma série de características relacionadas ao seu papel no desempenho e na adaptação ao treinamento (MAUGHAN et al., 2000), podendo ser utilizados de forma sólida através dos alimentos ou através de suplementos alimentares. Esse macronutriente fornece combustível energético para o cérebro, além da promoção da manutenção da glicemia, através das reservas de glicogênio hepático, auxiliando no trabalho muscular, sendo um substrato multifuncional e conseguindo resistir a exercícios de grande variedade de intensidades, devido à utilização das vias metabólicas aeróbicas e anaeróbicas, movidas pelo glicogênio muscular (ACSM, 2016).

A principal fonte de glicídios no organismo é o glicogênio muscular, representando cerca de 1.200 a 1.600 kcal, seguindo-se o glicogênio hepático representando em média 300 a 400 kcal e finalmente a glicose sanguínea contribuindo com 100 kcal (JACOBS E SHERMAN, 1999). No início do exercício físico, o glicogênio muscular é utilizado de maneira rápida e está exponencialmente relacionado à intensidade do exercício físico (JACOBS E SHERMAN, 1999).

Outrossim, é notório que há uma associação direta entre a quantidade de glicogênio muscular pré-exercício e a duração, ou seja, quanto maior for o estoque de glicogênio muscular, maior será a período de duração da prática executada. Bergstrom et al. realizaram uma comparação do tempo de exercício nas condições de 75% do VO₂ máximo até o esgotamento após 72 horas, após a ingestão de diferentes quantidades de carboidratos. A dieta com pequena quantidade de carboidratos (inferior a 5%) resultou apenas em 1 hora de exercício, tendo gerado um conteúdo equivalente a 38 mmol/kg de glicogênio muscular. A dieta mista, com 50% de carboidratos, manteve 115 minutos de exercício, proporcionando 106 mmol/kg de glicogênio muscular. Todavia, a dieta rica em carboidratos (ultrapassando 82% de carboidratos) foi responsável por permitir que os praticantes de atividade física se exercitassem por 170 minutos, provendo uma quantidade de 204 mmol/kg de glicogênio muscular (BERGSTROM et al, 1967; BURKE, 2006).

As provisões de glicogênio hepático são responsáveis por conservar os níveis de glicose no sangue, quando o corpo se encontra em inatividade e durante a prática de exercício de baixa intensidade. Desta maneira, o nosso cérebro e o sistema nervoso central (SNC), em repouso, usam a maior parcela da glicose do sangue; o músculo, por sua vez, utiliza menos de 20% da glicose sanguínea nas mesmas condições. Visto isso, no decorrer do exercício, a absorção da glicose pelo músculo pode ampliar-se em até 30 vezes, consoante, claro, à intensidade e ao tempo de execução do exercício.

A produção da glicose hepática, em um primeiro momento, se origina da glicogenólise, entretanto, a cooperação da glicose expande (fruto da gliconeogênese), dado que ocorre um aumento do tempo de duração do exercício. (JACOBS E SHERMAN, 1999) A partir dos estudos clássicos realizados pelo grupo do Instituto Karolinska de Estocolmo sobre o metabolismo do glicogênio muscular durante a prática de exercício físico, foi possível dar um adentro de como ocorre tal processo durante o exercício. Conlee ressalta que esses artigos contribuem de forma efetiva para o entendimento do metabolismo do glicogênio no período da prática de atividade física. Ademais, foi possível encontrar grandes achados sobre o conteúdo como: correlação linear entre o tempo e a fadiga muscular, com uma intensidade significativa (%VO₂maximo), além de concentrações de início do glicogênio ligado ao músculo, como uma redução dos estoques de glicogênio (g/100g músculo seco), sendo estabelecido de forma logarítmica com relação ao seu tempo, podendo se aproximar de zero, no mesmo segundo, tornando difícil a manutenção de intensidade do exercício. (BERGSTROM,1967; AHLBORG,1967). Conforme Conlee (1987, apud LIMA-SILVA, 2007).

Dessa forma, observa-se que os estoques de glicogênio muscular são reduzidos após a prática de exercícios de longa duração, gerando um desgaste e uma maior percepção de esforço, além de causar danos no desempenho e na atenção. Em vista disso, é importante manter os níveis de carboidratos adequados para alcançar os efeitos ergogênicos, mostrando-se essencial para todas as atividades desportivas em todos os seus níveis, especialmente nos prolongados e de alta intensidade (RBME, 2009). Portanto, há indicativos relevantes mostrando que o desenvolvimento de exercícios de alta intensidade, de longa duração ou de tempo indeterminado de alta intensidade é reforçado por diferentes táticas, que garantem a grande disponibilidade

de CHO. Por fim, esses achados sustentam as estratégias da nutrição esportiva, que reforçam a oferta de CHO nos momentos que antecedem, sucedem e realizam a prática, promovendo maior disponibilidade de glicídios (ACSM, 2016).

As recomendações nutricionais para a ingestão diária de CHO variam de 3 a 12 g/kg peso/dia (para atividades de baixa intensidade até atividades extremas e prolongadas), dependendo das exigências de treinamento. O gasto energético diário do atleta, o tipo de esporte, sexo e meio ambiente são fatores que interferem na quantidade necessária de CHO (ACSM, 2016). Além disso, o momento da ingestão de CHO ao longo do dia e em relação ao treinamento, pode ser manipulado para promover ou reduzir a disponibilidade do mesmo (BURKE *ET AL.*, 2011). As recomendações sobre as necessidades de CHO nos diferentes tipos de exercícios estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Recomendações de CHO nos diferentes tipos de exercícios

Intensidade	Situação	Recomendações de CHO	Observações
Leve	Baixa intensidade ou atividades baseadas em habilidades	3-5g/kg/d	O tempo de ingestão de CHO ao longo do dia pode ser manipulado para promover uma maior disponibilidade do mesmo.
Moderada	Programa de exercício moderado (1h/dia)	5-7g/kg/d	Enquanto as necessidades de CHO forem fornecidas, o padrão de ingestão pode simplesmente ser guiado por conveniência e escolha individual.
Alta	Programa de resistência (13h/dia)	6-10 g/kg/d	Os atletas devem escolher fontes de CHO ricos em nutrientes para permitir que as necessidades gerais de nutrientes sejam atendidas.
Muito alta	Dedicação extrema (>4-5h/dia)	8-12 g/kg/d	

Fonte: Adaptado de (ISSN, 2018)

Esta diretriz refere ainda que antes do exercício a recomendação é de 1 a 4g/CHO/kg para aumentar as reservas de glicogênio corporal e fornecer fonte de liberação de glicose. Durante o exercício, dependendo da intensidade e do tempo do mesmo, pode variar entre 30 e 90g/CHO/hora, para exercícios de resistência máxima. Por fim, após o exercício físico, recomenda-se a ingestão de CHO entre 1,0 e 1,2g/kg peso, a fim de otimizar a ressíntese plena de glicogênio muscular (ACSM, 2016).

Visto isso, é importante que os atletas tenham uma estratégia nutricional adequada podendo, assim, evitar perda de massa magra e possíveis carências nutricionais, bem como manter a composição corporal adequada resultando, então, num maior desempenho durante o esporte (WILLIAMS, 2009; KREIDER et al. 2010). Uma refeição adequada no momento pré-exercício é essencial para uma boa performance, evitando desequilíbrio das taxas glicêmicas, como a hipoglicemia ou hiperglicemia e reduzindo as chances de sintomas gastrointestinais durante a atividade (Burke et al, 2011). Essa ingestão pré-exercício contribui poupando o glicogênio muscular e mantendo a glicemia normalizada, causando melhora da performance durante o treinamento (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2003; BACURAU, 2005); (KATER e colaboradores, 2011).

5.4 EFEITO DO ÍNDICE GLICÊMICO NA RESPOSTA GLICÊMICA, INSULINÊMICA E NO DESEMPENHO FÍSICO

Diferentes quantidades, tempo e tipos de CHO são necessários para alcançar diferentes efeitos e finalidades, conforme constata algumas informações científicas, na área epidemiológica, acerca da função do CHO no exercício. (BURKE ET AL., 2011; STELLINGWERFF ET AL., 2014). Nesse sentido, existem estratégias baseadas e impulsionadas nos dados disponíveis sobre o CHO e seu IG, para aperfeiçoar o desempenho ao realizar exercícios, o qual, por sua vez, vem sendo estudado e analisado com o intuito de examinar a influência da refeição pré - exercício. Adiciona - se também o estudo da posterior aplicação no metabolismo e/ou performance durante avaliações físicas ou provas, assim como a influência na reabilitação pós exercício (O'REILLY ET AL., 2010).

Tem acontecido várias pesquisas na nutrição esportiva sobre esse assunto (ESFAHANI et al 2009; O' Reilly, Wong e Chen, 2010, FARIA et al 2011; COCATE e

MARINS, 2007), pois as taxas de glicose e insulina sanguínea podem sofrer influência da refeição que antecede o exercício, além de interferirem na taxa de oxidação de CHO, lipídios, ácidos graxos livres e das reservas de glicogênio muscular. A depender do carboidrato ingerido no momento pré-exercício, após 15 – 40 minutos acontece o pico glicêmico, levando ao aumento da glicemia e provocando a liberação da insulina. (JEUKENDRUP e KILLER, 2010; (ALTOÉ et al, 2011; COYLE et al, 1985; FOSS e KETHEYIAN, 2010). Além disso, a refeição pré-exercício carrega uma importância operante, mostrando benefícios quanto ao desempenho (FARIA et al 2011).

É ainda importante destacar que, apesar de a CG ser um indicador melhor de resposta glicêmica e insulinêmica, não é tão estudada na nutrição esportiva, por não apresentar certeza em relação ao efeito durante o exercício, embora seja muito usada em pesquisas do campo clínico e epidemiológico (SALMERON ET AL., 1997; AUGUSTIN ET AL., 2003).

A escolha de carboidratos a partir do IG ajuda na manutenção dos níveis de glicose plasmática, evita exagero na produção de insulina, além de poupar e manter o estoque de glicogênio por um tempo maior. (WU E WILLIAM, 2006; JEUKENDRUP e KILLER, 2010) O IG dos alimentos ainda pode causar efeitos sobre o metabolismo de glicídios e lipídios na prática do exercício físico. (FEBBRAIO et al, 2000; WU et al, 2003).

Em relação ao IG, alguns estudos demonstraram que o consumo de alimentos de BIG antes do exercício resulta em níveis reduzidos de glicose e da resposta insulinêmica, maior oxidação de gorduras e menor oxidação de carboidratos, além de reduzir o uso de glicogênio muscular durante o exercício. (LITTLE ET AL., 2009; STEVENSON ET AL., 2005; WU ET AL., 2003).

Com base nesses pressupostos, o consumo de carboidratos de baixo índice glicêmico (BIG) foi recomendado, entre 20-30 minutos antes de iniciar o exercício, (WU e WILLIAMS, 2006; JEUKENDRUP, KILLER, 2010) dado que mostrou concentração elevada de ácidos graxos livres se comparado a ingestão de dieta de alto IG.

Little e colaboradores (2010) e Moore e colaboradores (2010) mostraram que refeições de baixo IG anteriores ao exercício resultam na liberação lenta de glicose no sangue ao longo da corrida, ciclismo e exercícios intermitentes de alta intensidade, potencialmente reduzindo a dependência do glicogênio muscular mais tarde no

exercício, propiciando melhor desempenho. Já refeições de alto IG, por sua vez, prejudicam a oxidação de gordura e provocam aumento da liberação de hormônios que estimulam a quebra de glicogênio, não o preservando.

A insulinemia e resposta glicêmica são estimuladas de maneira mais rápida pelos alimentos de alto índice glicêmico, devido a maior absorção de glicose, que é intensificada na prática do exercício físico, pois a GLUT 4 (proteína transportadora de glicose) é translocada para a superfície das fibras musculares geradas pela sua contração (JEUKENDRUP e KILLER, 2010).

Thomas et al (1991) realizou um estudo com 8 ciclistas, no qual foi ofertado 1 g de carboidrato por kg de peso corporal presente nos alimentos de AIG e de BIG ou água, 1 hora antes da prática e realizando o exercício até atingir a fadiga. O consumo do alimento de baixo IG demonstrou uma resposta glicêmica e insulinêmica menor, outrossim, a glicemia se manteve constante por mais tempo durante a realização do exercício, se comparado com a ingestão do alimento de alto IG. Todavia, o consumo de alimentos de baixo IG resultou em uma duração de 20 minutos a mais em relação ao resultado do consumo de alimentos de alto IG no exercício.

De Marco et al (1999) em seu estudo analisou o consumo de alimentos de alto ou baixo IG realizado 30 minutos antes do exercício a 70% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ durante 2 horas, seguido por um exercício até a fadiga, o mesmo mostrou que no grupo de AIG a glicemia pós exercício foi menor. Assim, podemos concluir que a oxidação de carboidrato é maior após a ingestão de alimentos de alto IG, provavelmente ocasionados devido aos valores glicêmicos e insulinêmicos elevados no momento pré-treino. Contudo, no final da atividade, essa reação pode levar a uma redução aguda nos níveis glicêmicos, podendo, com isso, afetar o rendimento durante a prática do exercício.

Quatro projetos investigativos tiveram resultâncias positivas no que diz respeito ao desempenho físico no conjunto de indivíduos que consumiram alimentos com índices baixos de glicemia. Percebeu-se que a quantia de CHO usada manteve-se entre 1-2g/kg (WU e WILLIAMS, 2006; MOORE e COLS, 2010), e 10kg/kg peso (KONIG e COLS), tendo em vista que estes resultados são alcançados num intervalo de tempo de intermédio que dura de 45 minutos a 3 h pré exercício, e que são consideradas as mesmas refeições elaboradas, de modo majoritário, com comidas de

baixo IG, como leite desnatado e semidesnatado, farelos de cereais, queijo, suco de maçã, grão de bico, lentilha, maçã e pêssego.

Contrariando essas pesquisas, Wong e colaboradores (2009) verificou o tempo até fadiga obtendo resultado menor no grupo de baixo IG, uma vez que a prova do grupo de alto IG foi 15% maior após tempo de 4 horas de recuperação ($86,6 \pm 10,7$ min vs. $75,2 \pm 8,1$ min, $p < 0.05$).

Nesse seguimento, a ingestão de refeições BIG antes do exercício pode apresentar vantagens no perfil metabólico, na manutenção do glicogênio do músculo e numa redução da insulinemia, levando a uma maior oxidação de lipídios, assim como a outras alterações que são benéficas aos esportistas. (Konig e colaboradores, 2016). Enquanto isso, as refeições de AIG levam a uma redução na oxidação de gordura e eleva a liberação de hormônios, responsáveis por impedir o ciclo da glicogenólise.

Contudo o desenvolvimento do atleta pode ser prejudicado devido ao episódio de hipoglicemia de rebote, resultando em uma menor habilidade de produzir energia e levando a redução no desempenho. Da mesma maneira, praticantes de atividade desportiva, atletas ou amadores podem sofrer danos, considerando a relação da redução dos níveis de glicemia com mal estar, enjoos, náuseas e até quadros de desmaio, levando a prejuízos na atividade, sem falar nos diversos riscos para organismo (GREENBERG et al 2006). Sendo importante lembrar que a oferta da refeição 15 a 45 minutos pré-exercício não é o mais indicado, considerando que esse é o momento que ocorre a elevação de ação da insulina e que junto à ação da contração do musculo pode resultar em um quadro de hipoglicemia de rebote (KARAMANOLIS e colaboradores, 2011).

Além disso, uma estratégia que pode ser adotada é a ingestão simultânea de carboidratos de AIG (sacarose e glicose) e BIG (frutose), pois contribui para uma melhor performance física durante a prática do exercício, e, conseqüentemente, melhores resultados (FONTAN E AMADIO, 2015), tendo em consideração que os carboidratos em sua forma reduzida (monossacarídeos e dissacarídeos) passam por um processo de absorção intestinal mais rápido, por serem hidrolisados em menor tempo. (TAPPY L, 2010; Lê KA e TAPPY, 2010; JEUKENDRUP e KILLER, 2010) Embora refeições de baixo IG antes da prática esportiva sejam reconhecidas por expressar vantagens no perfil metabólico e aprimorar a resistência, em função de

manterem os níveis de glicemia e a disponibilidade de CHO durante o exercício, as evidências de benefícios no que diz respeito ao desempenho ainda são equivocadas e necessitam mais estudos (BURDON *ET AL.*, 2016). Apesar das supostas vantagens, os estudos que comparam as refeições pré-exercício com baixo IG e alto IG no desempenho do exercício produziram resultados mistos e várias críticas relatam que a evidência é inconclusiva (Rodriguez, Marco e Langley, 2009; Donaldson, Perry e Rose, 2010; O'reilly, Wong e Chen, 2010).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O IG da refeição pré-exercício pode se relacionar com o desempenho durante o treino, entretanto, sabe-se que a taxa de glicose sanguínea é influenciada de acordo com a ingestão de alimentos de BIG e AIG. O índice glicêmico (IG) pode ser usado como ferramenta adicional para auxiliar na escolha da refeição pré-exercício.

A maioria dos trabalhos da literatura evidencia benefícios metabólicos e fisiológicos do consumo de refeição de baixo índice glicêmico (BIG) antes do exercício, proporcionando uma menor resposta glicêmica e insulinêmica antes da realização do exercício físico e maior oxidação de gordura durante o exercício do que o consumo de dietas de alto IG.

No entanto, alguns estudos epidemiológicos que avaliaram o efeito funcional do IG, não encontraram diferenças na performance física em função do IG da refeição pré-exercício. Dessa forma, os efeitos do IG na performance e nos estoques de glicogênio muscular ainda são bastante controversos.

Tais divergências nos resultados podem estar associadas a diferenças metodológicas entre os estudos, em relação aos diferentes momentos em que o consumo da refeição testada ocorre; intensidade, duração e tipo de exercícios realizados; diferentes graus de condicionamento físico dos avaliados e falta de padronização do teor de macronutrientes e de fibras das dietas testadas, bem como, falhas metodológicas que comprometem a validade de seus achados.

A heterogeneidade dos dados avaliados e o tamanho amostral reduzido nos trabalhos sugere que mais ensaios clínicos randomizados com maior tempo de

intervenção ainda são necessários para avaliar os desfechos de forma consistente e produzir maiores embasamentos.

Para pesquisas futuras sobre o assunto, sugere-se a condução de estudo que avalie as práticas alimentares de atletas de diferentes modalidades esportivas, verificando o efeito da ingestão crônica de refeições consumidas pré-exercício apresentando diferentes valores de IG no metabolismo de gordura e carboidrato, verificando o seu efeito em longo prazo na performance e na composição corporal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHLBORG, B.; BERGSTROM, J.; EKELUND, L. Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. **Acta Physiol Scand**, Stockholm, v. 70, n. 2, p.129-142, Nov. 1967. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-1716.1967.tb03608.x/full> >. Acesso em: 08 maio 2022.

ALTOÉ, J. L.; SILVA, R. P.; FERREIRA, F. G.; MAKKAI, L.; AMORIM, P. R. S.; VOLPE, S, et al. **Blood glucose changes before and during exercise with three meal conditions**. Gazzetta Medica Italiana. Archivio per le Scienze Mediche (Testo stampato) 2011; 170: 177-84.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al. **Diretrizes do ACSM para prescrição os testes de esforço e sua prescrição**. 9ª Edição, 2016.

Applied Human Science, Tokio, v.23, n.1, p.1-6, Jan. 2004. Disponível em: Acesso em: 25 abr. 2022

ATKINSON, F. S.; FOSTER-POWELL, K.; BRAND-MILLER, J. C. **International tables of glycemic index and glycemic load values**: 2008. Diabetes Care. 2008; 31 (12):2281-3.

ATKINSON, F. S.; FOSTER-POWELL, K.; BRAND-MILLER, J. C **International tables of glycemic index and glycemic load values**: 2008. Diabetes Care. 2008; 31 (12):2281-3.

AUGUSTIN; FRANCESCHI; JENKINS. Glycemic index in chronic disease: a review. **Eur J Clin Nutr**, Londres, v. 56, n. 11, p.1049-1071, nov. 2002.

BERGSTROM, J.; HERMANSEN, L.; HULTMAN, E. Diet, muscle glycogen and physical performance. **Acta Physiol Scand**, Stockholm, v. 71, n. 2, p.140-150, Out. 1967.

BERGSTROM, J.; HERMANSEN, L.; HULTMAN, E. Diet. Diet, muscle glycogen and physical performance. **Acta Physiol Scand**. 1967; 71:140-50.

BRAND-MILLER, J.; BUYKEN, A. E. **The glycemic index issue**. **Current Opinion in Lipidology** 2012; 23: 62-7.

BRAND-MILLER, J.; BUYKEN, A. E. **Dietary Glycemic Index: Health Implications.** Journal of the American College of Nutrition 2009; 28: 446S-9S.

BURKE, L. M.; COLLIER, G. R.; HARGREAVES, M. Muscle glycogen store after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feeding. J. Appl. Physiol J. Appl. **Physiol.**, v.75, p. 1019 – 1023, 1993.

BURKE, L. M.; COLLIER, G. R.; HARGREAVES, M. Carbohydrates for training and competition. **Journal Of Sports Sciences.**, Londres, v. 29, n. 1, p.17-27, nov. 2011.

BURKE, L. M.; COLLIER, G. R.; HARGREAVES, M. **Carbohydrates for training and competition.** J Sports Sci.2011; 29: S17-S27.

BURKE, L. M.; COLLIER, G. R.; HARGREAVES, M. Muscle glycogen store after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feeding. J. Appl. Physiol J. **Appl. Physiol.**, v.75, p. 1019 – 1023, 1993.

BURKE, L. M.; COLLIER, G. R.; HARGREAVES, M. **Preparation for competition.** In: **Clinical Sports Nutrition**, 3. ed., Burke L, Deakin V (eds). McGraw-Hill; Australia, 2006.

CARVALHEIRA , JOSÉ B.C., Zecchin, Henrique G. e Saad, Mario J.A. **Vias de Sinalização da Insulina.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia [online]. 2002, v. 46, n. 4 [Acessado 18 Julho 2022], pp. 419-425. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0004-27302002000400013>>. Epub 20 Nov 2002. ISSN 1677-9487. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302002000400013>.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica ilustrada.** 2a ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.

COCATE, P. G.; MARINS, J. C. B. Efeito de três ações de "café da manhã" sobre a glicose sanguínea durante um exercício de baixa intensidade realizado em esteira rolante. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano** 2007; 9: 67-75.

COYLE, E. F.; COGGAN, A. R.; HEMMERT, M. K.; LOWE, R. C.; WALTERS, T. J. Substrate usage during prolonged exercise following a preexercise meal. **Journal of Applied Physiology** 1985; 59: 429-33.

DEMARCO, H. M.; SUCHER, K. P.; CISAR, C. J.; BUTTERFIELD, G. E. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. Med. Sci. Sports Exerc Med. Sci. Sports Exerc Med. Sci. **Sports Exerc.** v.31, p. 164 – 170, 1999

DONALDSON, C.M.; PERRY, T.L.; ROSE, M.C. Glycemic index and endurance performance. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**, Champaign, v. 20, n. 2, p.154-165, abr. 2010.

ESFAHANI, A.; WONG, J. M. W.; MIRRAHIMI, A.; SRICHAIKUL, K.; JENKINS, D. J. A.; KENDALL, C.W.C. Glycemic Index: Physiological Significance. **Journal of the American College of Nutrition** 2009; 28: 439S-45S.

FARIA, V. C.; CAZAL, M. M; CABRAL, C. A. C.; MARINS, J. C. B. Influência do índice glicêmico na glicemia em exercício físico aeróbico. Motriz: **Revista de Educação Física** 2011; 17: 395-405.

FAYH, A. P. T.; UMPIERRE, D.; SAPATA, K. B.; DOURADO NETO, F. M.; OLIVEIRA, A. R. D. Efeitos da ingestão prévia de carboidrato de alto índice glicêmico sobre a resposta glicêmica e desempenho durante um treino de força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, p. 416-420, 2007

Febbraio MA, Stewart KL. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. **J Appl Physiol**. 1996; 81 (3):1115-20

FEBBRAIO, M. A.; STEWART, K. L. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. **J. Appl. Physiol J. Appl. Physiol.**, v.89, p.1845 – 1851, 2000.

FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. J. Fox: **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H.; BRAND-MILLER, J. C. Internacional table of glycemic index in chronic disease: a review. **Eur J Clin Nutr**. 2022; 56(11):1049-71

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H.; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: **Am J Clin Nutr.**, Bethesda, Md, v. 76, n. 1, p.5- 56, Jan. 2002.

GREENBERG, C. C.; JURCZAK, M. J.; DANOS, A. M.; BRADY, M. J. Glycogen branches out: new perspectives on the role of glycogen metabolism in the integration of metabolic pathways. **Am J Physiol Endocrinol Metab**. 2006; 291(1):E1-8

HAFF, G. G.; SCHROEDER, C. A.; KOCH, A. J.; KUPHAL, K. E; COMEAU, M. J.; POTTEIGER, J. A. The effects of supplemental carbohydrate ingestion on intermittent isokinetic leg exercise. **J Sports Med Phys Fitness**. 2001; 41(2):216-22.

HARGREAVES, M. Exercise physiology and metabolism. In: Clinical Sports Nutrition, 3rd ed., Burke L, Deakin V, Eds. **McGraw-Hill**; Australia, 2006

JACOBS, K. A.; SHERMAN, W. M. The efficacy of carbohydrate supplementation and chronic high carbohydrate diets for improving endurance performance. *Int J Sport Nutr*. 1999; 9: 92-115

JENKINS, D. J.; WOLEVER, T. M.; TAYLOR, R. H.; BARKER, H.; FIELDEN, H. *et al*. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr*, v. 34, p. 362-366, 1981.

FONTAN, J. S.; AMADIO, M. B. 1 Centro Universitário Senac, São Paulo, SP, Brasil. **Rev Bras Med Esporte** – Vol. 21, No 2 – Mar/Abr, 2015

JENTJENS, R. L. P. G.; JEUKENDRUP, A. E. Prevalence of hypoglycemia following pre-exercise carbohydrate ingestion is not accompanied by higher insulin sensitivity. *Int. J. Sport. Nutr*. v.12, p.398-413, 2002.

JEUKENDRUP, A. E.; KILLER, S. C. The myths surrounding pre-exercise carbohydrate feeding. **Ann Nutr Metab**. 2010; 57 (Suppl 2):18-25.

JEUKENDRUP, A. E.; KILLER, S. C. Os mitos que cercam a alimentação com carboidratos antes do exercício. **Ann Nutr Metab**. 2010; 57 (Suplemento 2): 18-25.

JEUKENDRUP, A. E.; KILLER, S. C. The Myths Surrounding Pre-Exercise Carbohydrate Feeding. **Annals of Nutrition and Metabolism** 2010; 57: 18-25.

KARAMANOLIS, I. A.; LAPARIDIS, K. S.; VOLAKLIS, K. A., DOUDA, H. T.; TOKMAKIDIS, S. P. The Effects of Pre-Exercise Glycemic Index Food on Running Capacity. **Physiology & Biochemistry** 2011; 32: 666-71.

KATER, D. P. e colaboradores. Anabolismo pós-exercício: influência do consumo de carboidratos e proteínas. **Colloquium Vitae**. Vol. 3. Núm. 2. 2011. p. 34-43.

KIENS, B.; RICHTER, E. **Os tipos de carboidratos em uma dieta comum afetam a ação da insulina e os substratos musculares em humanos.** Am J Clin Nutr 1996; 63; 47-53.

KIRWAN, J. P.; CYR-CAMPBELL, D.; CAMPBELL, W. W.; SCHEIBER, J.; EVANS, W. J. Effects of moderate and high glycemic index meals on metabolism and exercise performance. **Metabolism**, v. 50, n. 7, p. 849-55, Jul. 2001.

KIRWAN, J. P.; CYR-CAMPBELL, D.; CAMPBELL, W. W.; SCHEIBER, J.; EVANS, W. J. **Effects of moderate and high glycemic index meals on metabolism and exercise performance.** Metabolism, Clinical and Experimental, New York, v.50, n.7, p.849-55, abr. 2002. Disponível em:

KÖNIG, D.; e Colaboradores. Substrate Utilization and Cycling Performance Following Palatinose™ Ingestion: A Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. **Nutrients**, v. 8, n. 7, Jun 2016. ISSN 2072-6643. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27347996>

KÖNIG, D.; e Colaboradores. Postprandial substrate use in overweight subjects with the metabolic syndrome after isomaltulose (Palatinose) ingestion. **Nutrition**, Ottawa, v. 28, n. 6, p.651-656, jan, 2012.

KREIDER, R. B.; WILBORN, C. D.; TAYLOR, L.; CAMPBELL, B.; ALMADA, A. L, COLLINS R, et al. **ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations.** J Int Soc Sports Nutr. 2010; 7: 7

LEHNINGER, T. M.; NELSON, D. L. & COX, M. M. **Princípios de Bioquímica.** 6ª Edição, 2014. Ed. Artmed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1999. 360p.

LEHNINGER, T. M., NELSON, D. L. & COX, M. M. **Princípios de Bioquímica.** 6ª Edição, 2014. Ed. Artmed.

LIMA-SILVA, A. E.; FERNANDES, T. C.; DE-OLIVEIRA, F. R. LITTLE, J. P. et al. **Effect of low- and high-glycemic-index meals on metabolism and performance during high-intensity, intermittent exercise.** Int J Sport Nutr Exerc Metab. Champaign, v. 20, n. 6, p. 447-56, Dec 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21116017> >.]

LUDWIG, D.S. Dietary glycemic index and obesity. J. **Nutr.**, v. 130, p. 280S – 283S, 2000.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S; RAYMONS, J. L. KRAUSE. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 1228p.

MAUGHAN, R. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. Tradução de Elisabeth de Oliveira. São Paulo: Manole, 2000. 241 p.

MCARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. L. **Nutrição para o desporto e o exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2001.

MENEZES, E. W.; LAJOLO F. M. **Seminário Índice Glicêmico em Salud y Alimentación Humana**; 2002 Set 12; San José Costa Rica. Tres Ríos: INCIENSA; 2003

Metabolismo do glicogênio muscular durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 4, p.417-429, ago. 2007.

MOORE, L. J. et al. **Effect of the glycaemic index of a pre-exercise meal on metabolism and cycling time trial performance**. J Sci Med Sport. Belconnen, v. 13, n. 1, p. 182-8, Jan 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19230767> >.

MONDAZZI. L.; ARCELLI, E. Glycemic Index in Sport Nutrition. **J Am Coll Nutr**. 2009;28:455S-63

MOTTA, V. T. **Bioquímica Básica**. Brasília: Fundação Vale, UNESCO,. 2013. 44 p

NOAL, D. T.; DENARDIN, C. C. Importância da resposta glicêmica dos alimentos na qualidade de vida. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Uruguaiana, v. 12, n. 1, p.6078, abr. 2015. Disponível em: < <https://revistas.ufg.br/REF/article/viewFile/33793/pdf> >

OLIVEIRA, R. A. Efeitos de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 8, n. 47, p. 4, 2014.

O'REILLY, J.; WONG, S. H. S.; CHEN, Y. Glycaemic Index, Glycaemic Load and Exercise Performance. **Sports Medicine**, Philadelphia, v. 40, n. 1, p.27-39, Jan. 2010.

**ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO
E AGRICULTURA/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE
(FAO/WHO)**

Carbohydrates in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. Roma: FAO, 1998

REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE. São Paulo: Atha

Comunicação e Editora, v. 15, n. 3, abr. 2009.

PATTI ME, KAHN CR. **The insulin receptor $\frac{3}{4}$ a critical link in glucose homeostasis and insulin action.** J Basic Clin Physiol Pharmacol 1998;9:89-109.

PEREIRA, Karla Dellanoce. **Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável.** Food Science and Technology [online]. 2007, v. 27, suppl 1 [Acessado 19 Julho 2022], pp. 88-92. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500016>>. Epub 05 Set 2008. ISSN 1678-457X. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500016>.

RODRIGUES, D. G. C. **Influência do índice glicêmico dietético no controle metabólico de pacientes diabéticos tipo 2:** verdade ou possibilidade? 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007.

RODRIGUES, D. G. C. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, Philadelphia, v. 41, n. 3, p.709-731, mar. 2009.

SAMPAIO, H. A. Índice glicêmico e carga glicêmica de dietas consumidas por indivíduos obesos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, n. 6, p.615-624, nov. 2007.

SAPATA, K. B.; FAYH, A.P.T.; OLIVEIRA, A. R. Efeitos do consumo prévio de carboidratos sobre a resposta glicêmica e desempenho. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n.14, p. 189-194, 2006.

SARTORELLI, D. S.; CARDOSO M. A.. Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo 2: evidências epidemiológicas. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 3, p.415-426, nov. 2006.

SIU, P. M.; WONG, S. H. Use of the glycemic index: Effect on feeding patterns and exercise performance. J. Physiol. Anthropol. **Appl. Human Sci.**, v. 23, p. 1 – 6, 2004.

SIU, P. M.; WONG, S. H. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. **J Physiol Anthropol Appl Human Sci**, v. 23, n. 1, p. 1-6, Jan. 2004.

Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do esporte. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. Suplemento – **Rev. Bras. Med. Esporte**. São Paulo, v. 15, n. 3, 2009.

SOUSA, M. V.; TIRAPEGUI, J. Do athletes fill their nutritional carbohydrate needs when going on diets? Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. **Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 29, p. 121-140, jun. 2005

SPARKS, M. J.; SELING, S. S.; FEBBRAIO, M. A. Pre-exercise carbohydrate ingestion: effect of the glycemic index on endurance exercise performance. Med. Sci. Sports Exerc Med. Sci. **Sports Exerc.** v. 6, p. 844 – 849, 1998.

STELLINGWERFF, T.; COX, G. R. **Systematic review:** Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. **Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism**, Ottawa, v. 39, n. 9, p.998-1011, Nov. 2014.

TAPPY LÊ, K. A. Metabolic effects of fructose and the worldwide increase in obesity. **Physiol Rev.** 2010; 90(1):23-46.

THOMAS, D. E.; BROTHERHOOD, J. R.; BRAND-MILLER, J. Plasma glucose levels after prolonged strenuous exercise correlate inversely with glycemic response to food consumed before exercise. Int. J. Sport Nutr Int. J. **Sport Nutr.** v. 4, p. 361 – 373, 1994.

THOMAS, D. E.; BROTHERHOOD, J. R.; BRAND-MILLER, J. Carbohydrate feeding before exercise: effect of the glicemic index. Int. J. Int. J. **Sports Medicine**, v.12, p. 180 – 186, 1991

WEE, S. L. et al. Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.99, n.2, p.707-14, ago. 2005. Disponível em: Acesso em: 12 maio. 2022.

WILLIAMS, M. H. Nutrição esportiva. In: Shils ME, Shike M, Ross AC, Caballero B, Cousins RJ. Nutrição **moderna na saúde e na doença**. 10a ed. Barueri, SP: Manole; 2009. p.

WOLEVER, T. M. S.; VUKSAN, V.; ESHUIS, H.; SPADAFORA, P.; JENKINS, D. J. A. Effect of method of administration of psyllium on glycemic response and carbohydrate digestibility. *J. Am. College Nutr.*, v.10, p.364-71, 1991

WOLEVER, T. M.; BOLOGNESI, C. Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subjects. *J. Nutr J. Nutr.*, v. 126, p. 2798 – 2806, 1996.

WOLEVER, T. M.; JENKINS, D. J.; JENKINS, A. L.; JOSSE, R. G. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr*, v. 54, n. 5, p. 846-54, Nov. 1991

WONG, S. H.; e Colaboradores. Effect of preexercise glycemic-index meal on running when CHO-electrolyte solution is consumed during exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, v. 19, n. 3, p. 222-42, Jun 2009.

WU, C. L.; WILLIAMS C. A. low glycemic index meal before exercise improves endurance running capacity in men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006; 16(5):51027.

WU, C. L.; WILLIAMS C. A. The influence of high-carbohydrate meal with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. *Br. J. Nutr.*, v. 90, p. 1049 – 1056, 2003.