

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

LORENA MARQUES RIBEIRO

**DIFERENTES ESTRATÉGIAS PARA UTILIZAÇÃO DO CARBOIDRATO COMO
RECURSO ERGOGÊNICO: UMA REVISÃO NARRATIVA**

MACEIÓ
2020

LORENA MARQUES RIBEIRO

**DIFERENTES ESTRATÉGIAS PARA UTILIZAÇÃO DO CARBOIDRATO COMO
RECURSO ERGOGÊNICO: UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sara Kely Learsi da Silva Santos Alves

MACEIÓ

2020



Universidade Federal de Alagoas
Faculdade de Nutrição
Curso de Graduação em Nutrição

FOLHA DE APROVAÇÃO

LORENA MARQUES RIBEIRO

DIFERENTES ESTRATÉGIAS PARA UTILIZAÇÃO DO CARBOIDRATO COMO RECURSO ERGOGÊNICO: UMA REVISÃO NARRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.

Aprovado em 31 de agosto de 2020

Banca examinadora:

Sara Kely Learsi da Silva Santos Alves

Profa. Dra. Sara Kely Learsi da Silva Santos Alves

Thays de Ataíde e Silva

Profa. Dra. Thays de Ataíde e Silva

Victor José Bastos da Silva

Ms. Victor José Bastos da Silva

Á Nana, Nay, Querido e a todos aqueles
que me amam e me ajudaram a chegar nesse
momento da minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo presente de estar aqui nesse momento diante da Sua obra fazendo algo que amo.

Aos meus pais, à minha mãe Lucrecia, por ter feito sempre o seu melhor, me dado incondicionalmente seu amor e ser um exemplo da própria resiliência antes mesmo que eu pudesse compreender o significado da palavra. Ao meu pai Antônio Marcos por sempre valorizar a educação e ter me incentivado na busca por conhecimento, estimulando meu amor pela ciência.

À minha irmãzinha Nayara que me ensinou um novo tipo de amor no dia em que nasceu, forte e puro. Agradeço por ser luz e alegria nos meus dias mais difíceis. Nunca esqueça que se nós tivermos uma a outra nós ficaremos bem, eu sempre irei segurar sua mão e sempre estarei aqui para você.

Às minhas avós, Nilzete e Maria, por me amarem e educarem, sendo exemplos de mulheres independentes e fortes, cada uma à sua maneira.

Ao meu tio Alexandre por ter sempre boa vontade e disponibilidade, ter me orientado e guiado na descoberta do meu propósito, acompanhar minha evolução e ser um exemplo de perseverança na busca por seus sonhos.

À Raquel e Luanna, pelo amor, apoio e suporte nesses anos de graduação.

À minha pessoa, Ellen, por ser há 17 anos meu suporte, a voz da razão quando a minha falhava, minha grande incentivadora e uma parte de mim.

À Gabriel, pessoa que tive o privilégio de me encantar e amar, que me faz querer ser melhor a cada dia. Pois, como diria Carl Sagan, “Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta e uma época com você.”

À Rafael, por ter sido parte do meu propósito nessa vida, tendo meu coração.

Aos meus mestres no mundo acadêmico, cada um nutrindo meu amor pelo conhecimento, pela ética e pela humanidade necessárias para exercer a profissão. Em especial a minha orientadora, Prof.^a Dra. Sara Kely Learsi, pela confiança, dedicação e apoio nessa trajetória, me ensinando sempre a responsabilidade com os compromissos assumidos. E, a todos que mesmo não citados, contribuíram e estiveram presentes de alguma forma, tendo sempre a minha gratidão.

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade.”

Marie Curie

RESUMO

RIBEIRO, L.M. **Diferentes estratégias para utilização do carboidrato como recurso ergogênico: uma revisão narrativa.** 2020. 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Nutrição) - Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

Os carboidratos (CHO) são amplamente utilizados como recurso ergogênico nutricional no meio desportivo. Devido a isso, o objetivo do presente trabalho foi fornecer informações e recomendações mais recentes disponíveis na literatura científica sobre as diferentes estratégias do uso de CHO como recurso ergogênico, e estruturar as recomendações em uma tabela didática para consulta de profissionais que atuam na área de desempenho desportivo. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando as bases de dados SCIELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latino - americana e do Caribe em Ciências da Saúde), PUBMED (Public Medline), BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e Google Acadêmico com artigos publicados do ano 2005 a 2020, utilizando os termos e as palavras - chave: atletas; carboidrato, dietas de alto carboidrato, enxágue bucal, metabolismo e suplementação. Elas foram associadas pelos operadores de busca AND e OR em combinações variadas. Os idiomas adotados foram português e inglês. Os artigos foram escolhidos, de acordo com critérios de inclusão e exclusão pré-definidos, primeiramente pelo título, em seguida pela leitura do resumo e por fim, do artigo na íntegra. Foi observado que diferentes estratégias podem ser utilizadas na administração de CHO para atletas, sendo elas: 1) utilização de dietas hiperglicídicas, 2) supercompensação de CHO, 3) suplementação com CHO e 4) enxágue bucal com CHO. A ingestão de CHO aumenta a disponibilidade do glicogênio muscular e hepático, atua na manutenção da glicose sanguínea e permite a reposição das reservas de glicogênio muscular. O enxágue bucal com CHO melhora o desempenho, porque parece ativar alguns receptores de CHO na boca, que por sua vez, estão relacionados ao controle motor e sensação de prazer no sistema nervoso central. Todas as estratégias citadas são eficientes para melhorar o desempenho e a escolha dependerá do tipo do exercício e das necessidades individuais dos atletas.

Palavras-chave: desempenho, dieta, supercompensação, suplementação, enxágue com CHO.

ABSTRACT

RIBEIRO, L.M. **Alternative approaches for using carbohydrate as an ergogenic resource: a narrative review.** 2020. 72 p. Final paper (Undergraduate in nutrition) – School of Nutrition, Federal University of Alagoas, Maceió, 2020.

Carbohydrates (CHO) are widely used as a nutritional ergogenic resource in sports. Thus, the objective of the present paper was to provide more recent information and recommendations available in the scientific literature on different strategies for using CHO as an ergogenic resource and to structure the recommendations in a didactic table for consultation of professionals working in the field of sports performance. A bibliographic search was carried out using the databases SCIELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences), PUBMED (Public Medline), VHL (Virtual Health Library) and Google Scholar with articles published from 2005 to 2020, using the terms and keywords: athletes; carbohydrate, high carbohydrate diets, mouthwash, metabolism and supplementation. They were associated by AND and OR search operators in various combinations. The adopted language was Portuguese and English. The articles were chosen, according to the predefined inclusion and exclusion criteria, first by the title, then by reading the abstract and finally by the full article. It was observed that different strategies can be used in the administration of CHO to athletes, namely: 1) use of hyperglycemic diets, 2) CHO overcompensation, 3) supplementation with CHO and 4) mouthwash with CHO. Ingestion of CHO increases the availability of muscle and liver glycogen, acts on the maintenance of blood glucose and allows the maintenance of muscle glycogen reserves. CHO mouthwash improves performance because it appears to activate some CHO receptors in the mouth, which in turn are related to motor control and a sense of pleasure in the central nervous system. All of the aforementioned strategies are effective in improving performance and the choice will depend on the type of exercise and the individual needs of the athletes.

Keywords: performance, diet, overcompensation, supplementation, rinse mouth with CHO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo dos principais estudos clássicos que investigaram o uso dos CHOs como recurso ergogênico.	17
Figura 2 - Metodologia da pesquisa bibliográfica.	20
Figura 3 – Metabolismo anaeróbico simplificado	25
Figura 4 – Metabolismo aeróbico simplificado	26
Figura 5 - Mecanismo de ação do enxágue bucal com CHO	55
Figura 6 – Recomendações recentes para utilização de CHO como recurso ergogênico.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação estrutural das principais moléculas de CHO.....	21
Tabela 2 - Dietas hiperglicídicas e desempenho físico. (Continua)	32
Tabela 3 - Supercompensação de CHO e desempenho físico. (Continua)	39
Tabela 4 - Suplementação com CHO e desempenho físico. (Continua)	52
Tabela 5 - Enxágue bucal com CHO e desempenho físico (Continua).....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos.....	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	13
3	MÉTODOS	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1	CHO: DEFINIÇÃO E METABOLISMO	21
4.1.1	CHO:Definição	21
4.1.2	CHO: Metabolismo	22
4.2	DIETAS HIPERGLICÍDICAS.....	28
4.3	SUPERCOMPENSAÇÃO DE CHO	34
4.4	SUPLEMENTAÇÃO COM CHO	41
4.4.1	Estratégias para aumento da taxa de absorção/oxidação de CHO	48
4.5	ENXÁGUE BUCAL COM CHOs	55
4.6	RECOMENDAÇÕES RECENTES	61
5	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

Os carboidratos (CHOs) fazem parte do grupo de macronutrientes e são a base da alimentação humana, também conhecidos como açúcares e existentes sob a fórmula química ($C_nH_{2n}O_n$) (VOET, VOET, PRATT, 2014). No corpo humano, se encontram livres na corrente sanguínea ou armazenados na forma de glicogênio muscular (músculo esquelético) e hepático (fígado) (SILVA et al., 2009; FONTAN, AMADIO, 2015). Para atletas, torna-se ainda mais importante, pois em esforços, principalmente moderados e intensos, acentua-se a depleção das reservas de glicogênio (SILVA et al., 2009). Dessa forma, devido à sua importância nutricional, os CHOs têm sido utilizados como recurso ergogênico (JEUKENDRUP et al., 2010; AMORIN, TELES, JUNIOR, 2018; LEARSI et al., 2019).

Os recursos ergogênicos são definidos como uma classe de técnicas utilizadas para melhorar o desempenho e adaptações do treinamento, podendo ser mecânicos, de treino, farmacológicos, psicológicos ou nutricionais (GUERRA, BIESEK, ALVES, 2015). O CHO, recurso ergogênico nutricional (FONTAN, AMADIO, 2015), pode ser ofertado sob a forma de 1) alimentação, através de dietas hiperglicídicas, 2) suplementação, na forma de barras, géis, em pó e bebidas carboidratadas, 3) estratégias específicas, como a supercompensação de CHO, na qual a alimentação e suplementação são ofertadas de forma simultânea ou por meio do enxágue bucal com CHO (BIESEK, ALVES, GUERRA, 2005; CÂNDIDO et al., 2017; COSTA et al., 2019; ATAÍDE-SILVA et al., 2016). A literatura traz informações sobre variadas formas de utilizar o CHO como recurso ergogênico de acordo com a modalidade do exercício, duração do esforço, nível de hidratação e tolerância gastrointestinal do atleta (MAMUS et al., 2006; JEUKENDRUP, MACLAUGHLIN, 2011), sendo necessária a compilação dessas informações para que as indicações sejam assertivas.

Assim, foi realizada uma revisão narrativa afim de fornecer uma orientação adequada e atualizada na prescrição e manejo de condutas do uso de CHO como recurso ergogênico por profissionais da área de nutrição em atividades esportivas de endurance (corrida, ciclismo, triatlão, natação), de característica intermitente (basquetebol, futebol e rúgbi) e resistido (musculação) (BATAINEH et al., 2018; AMORIN, TELES e JUNIOR, 2018; SANTOS-PINTO et al., 2019). No final dessa revisão, será apresentada uma tabela que reunirá as recomendações mais recentes

para todas as estratégias abordadas durante o estudo e indicações mais adequadas de acordo com o tipo de exercício (endurance, intermitente ou resistido), visando ser uma ferramenta didática para a consulta de profissionais que atuem no desempenho desportivo, sendo um diferencial da grande maioria das revisões narrativas e sistemáticas (CYRINO, ZUCAS, 1999; BORTOLOTTI et al., 2011; FONTAN, AMADIO, 2015) que geralmente abordam as estratégias do uso de CHOs como recurso ergogênico de maneira individual.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral fornecer informações e recomendações sobre as diferentes estratégias de uso dos CHOs como recurso ergogênico.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Informar as recomendações mais recentes da literatura sobre o uso de CHO como recurso ergogênico;
- Traçar um histórico do uso de CHO como recurso ergogênico;
- Explicar o metabolismo dos CHOs;
- Caracterizar estratégias mais utilizadas do uso de CHO como recurso ergogênico;
- Compilar as recomendações mais recentes para o uso de CHO como recurso ergogênico na prática esportiva de acordo com o tipo de exercício.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os CHOs são macromoléculas, majoritariamente, formadas por átomos de hidrogênio e oxigênio. No corpo humano apresenta como suas principais funções a energética e a estrutural. Na função energética, ele atua como reserva sendo armazenado sob a forma de glicogênio, hepático e muscular. É utilizado como substrato energético principal para a realização das atividades diárias, porém tem sua demanda aumentada durante os exercícios físicos (VOET,VOET,PRATT,2014; BERTUZZI et al., 2017). De maneira geral, o CHO constitui a base alimentar do ser humano, entretanto, quando relacionado a área esportiva, além da função de nutrir, apresenta-se como um importante recurso ergogênico, melhorando o desempenho esportivo (FAIRCHILD et al.,2002 ;BURKE et al., 2017; COSTA et al.,2019).

Como demonstrado em diversos estudos (SOUGLIS et al., 2013; BURKE et al.,2017; COSTA et al., 2019), sua ação ergogênica melhora o desempenho em diferentes aspectos, como a redução do tempo na execução de provas contrarrelógio (LEARSI et al.,2019), o aumento da resistência (SANTOS-PINTO et al., 2019), atenuação da percepção subjetiva do esforço (PSE) (FOSKETT et al., 2008) e a melhora da imunidade (CÂNDIDO et al., 2017).

Os primeiros estudos sobre os efeitos do CHO no exercício datam da segunda década do século 20. August Krogh e Johannes Lindhard foram os primeiros pesquisadores a hipotetizar e confirmar a importância do CHO no desempenho esportivo (KROGH, LINDHARD, 1920). Nesse estudo, os autores compararam o desempenho após a ingestão de uma dieta rica em CHO (hiperglicídica) e uma dieta rica em lipídeos (LIP) (hiperlipídica), e concluíram que os participantes que ingeriram a dieta rica em CHO pedalarão por mais tempo que aqueles que consumiram uma dieta rica em LIP (KROGH, LINDHARD, 1920). A dieta hiperglicídica possibilitou uma maior taxa de troca respiratória em relação a dieta hiperlipídica, sendo ainda maior à medida que a intensidade do exercício era elevada, sugerindo uma maior utilização dos CHOs como substrato energético nos exercícios de alta intensidade (KROGH, LINDHARD, 1920).

A partir da repercussão do estudo de Krogh e Lindhard (1920), foram realizados novos estudos sobre a temática (LEVINE et al., 1924; GORDON et al., 1925; CHRISTENSEN, HANSEN, 1939). Levine et al. (1924) analisaram a concentração de glicose plasmática e o desempenho de 11 corredores da maratona americana na

cidade de Boston no ano de 1924. Os autores concluíram que os corredores que apresentaram uma maior sensação de fadiga possuíam menores níveis de glicemia, diferente do vencedor da maratona, que finalizou a prova com a glicemia elevada, e não apresentou sinais clássicos de hipoglicemia, como palidez, pele úmida e fria, irritabilidade e nervosismo, que estão associados ao surgimento da fadiga.

No ano de 1925, o pesquisador Burguess Gordon realizou um estudo similar ao de Samuel A. Levine (1924), onde os voluntários do estudo de Levine et al. (1924) que apresentaram sintomas de hipoglicemia, foram reavaliados na mesma maratona (edição de 1925). Foi utilizado um protocolo de intervenção no qual, no dia anterior a maratona os atletas ingeriram uma dieta de característica hiperglicídica para elevar os estoques de glicogênio muscular e posteriormente, no dia da prova, foram orientados a consumir doces durante a maratona e ingerir chás com alta quantidade de açúcares fornecidos em estações posicionadas ao longo do percurso. Ao final da corrida os autores concluíram que os níveis de glicose plasmática dos participantes foram superiores aos valores obtidos do ano anterior, o que contribuiu para evitar o surgimento de sintomas de hipoglicemia. Além disso houve melhorias no desempenho em relação ao alcançado na edição de 1924 (GORDON et al., 1925).

Quinze anos após, os pesquisadores Christensen e Hansen (1939) realizaram um estudo com quatro participantes, sendo dois treinados e dois não treinados. Eles administraram uma dieta hiperglicídica três dias antes do teste e compararam com uma dieta normoglicídica. Foi concluído que a dieta hiperglicídica contribuiu para um aumento do tempo de exercício até a exaustão (210 min), comparado ao tempo até a exaustão da dieta normoglicídica (80 min). Além disso, também encontraram uma correlação positiva do aumento da intensidade do exercício com o aumento da taxa de troca respiratória.

O papel do glicogênio muscular durante o exercício também foi alvo de investigação, quando os autores Bergstrom e Hultman (1967), pioneiros na identificação da importância dessa reserva energética para o desempenho, avaliaram dois indivíduos não-atletas que foram submetidos a um teste em uma bicicleta ergométrica, em que deveriam pedalar com apenas uma perna até a exaustão enquanto a outra deveria ficar em repouso. Após o exercício foi realizada biópsia do músculo quadríceps femoral de ambas as pernas (tanto a que foi recrutada quanto a que foi mantida em repouso), para determinação do conteúdo de glicogênio muscular.

Ao final do teste e nos dois dias posteriores ao mesmo, os participantes consumiram uma dieta à base de CHO com valor energético entre 2.200-2.600 kcal/dia. Novamente foram realizadas biópsias musculares com um, dois e três dias após o início da dieta de CHO. Os autores concluíram que houve uma queda acentuada no conteúdo de glicogênio muscular após o exercício. Em contraste, após a ingestão de uma dieta hiperglicídica, o conteúdo de glicogênio muscular elevou-se de forma progressiva ao longo dos três dias, sendo muito superior nos músculos das pernas recrutadas em comparação as pernas mantidas em repouso em ambos os indivíduos (BERGSTROM, HULTMAN, 1967).

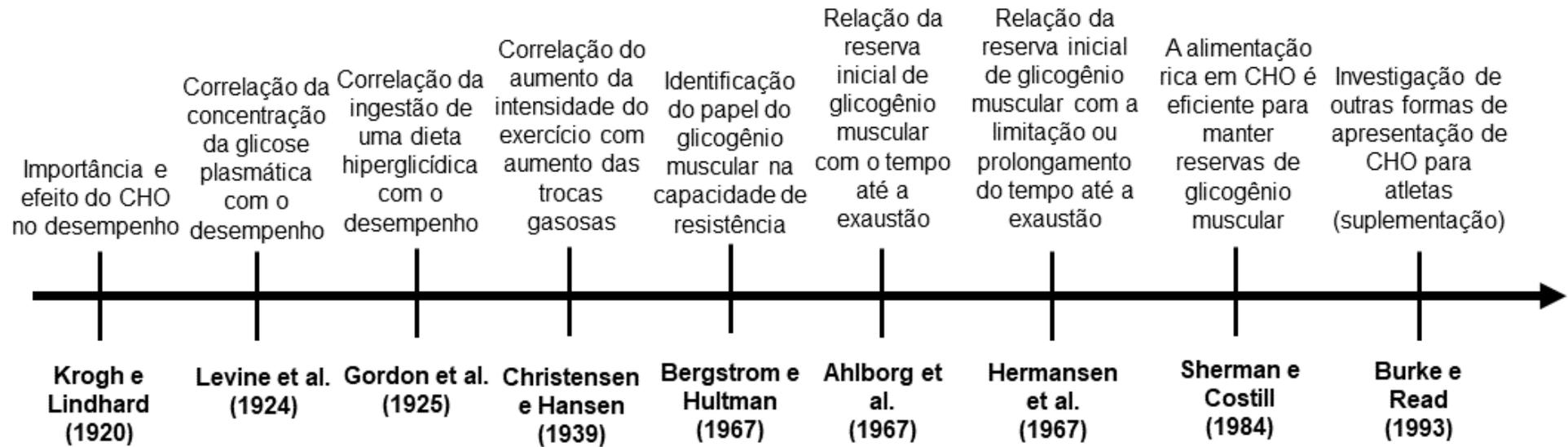
No ano seguinte, foi realizado um estudo similar (AHLBORG et al., 1967), no qual foram analisadas as alterações nos níveis de glicogênio muscular durante um exercício de ciclismo à ~60% da potência máxima ($W_{m\acute{a}x}$) até a exaustão. Foi encontrada uma relação da exaustão com a quantidade inicial da reserva de glicogênio muscular. No mesmo ano, Hermansen et al. (1967) compararam os níveis de glicogênio muscular de indivíduos não treinados e treinados, submetidos a um treinamento na bicicleta ergométrica a ~77% $W_{m\acute{a}x}$. Foi confirmado que a reserva muscular de glicogênio permite o prolongamento (quando elevada) ou limita a capacidade de trabalho (quando reduzida) extenuante e prolongado. Esses estudos auxiliaram na consolidação da ingestão de CHOs contribuindo para aumento da reserva do glicogênio muscular e desempenho de atletas.

Nas décadas de 80 e 90 foram realizadas duas revisões publicadas por Sherman e Costill (1984) e Burke e Read (1993). Na revisão de Sherman e Costill, foram investigados fatores dietéticos que poderiam ser utilizados para melhorar o desempenho de maratonistas. Ao comparar a quantidade de glicogênio muscular em atletas de maratona após o consumo de uma alimentação rica e pobre em CHOs, os autores concluíram que a alimentação rica em CHOs é eficiente para manter em níveis adequados as reservas de glicogênio muscular e que a dieta pobre em CHOs causa uma depleção do glicogênio muscular, após o exercício. Na revisão realizada por Burke e Read foram avaliados suplementos dietéticos utilizados para práticas esportivas. Esses estudos sugeriram que uma alimentação composta por 60% de CHO deveria ser seguida de 3 a 5 dias antes da prova. Ainda na revisão de Burke e Read, foram investigadas outras formas de apresentação do CHO para atletas além

da alimentação, como por exemplo, através da suplementação em soluções carboidratadas.

Baseado nos estudos relatados, compreende-se a importância da ingestão de CHO seja por meio da dieta ou suplementação para o rendimento esportivo. Apesar de ser uma temática estudada há 100 anos (Figura 1 – Linha do tempo dos principais estudos clássicos que investigaram o uso dos CHOs como recurso ergogênico.), outros estudos ainda buscam compreender a melhor estratégia de utilização do CHO como, o momento ideal para consumi-lo (antes, durante ou após o exercício) (DAVISON et al., 2008; O'NEAL et al., 2013; MCGLORY, MORTON, 2010), a sua forma de apresentação (sólido, líquido e gel) (PFEIFFER et al., 2010) e, há apenas 16 anos busca-se compreender os efeitos do enxágue bucal com CHO no desempenho esportivo (CARTER et al., 2004; CHAMBERS et al., 2009; ATAÍDE-SILVA et al., 2016; BASTOS-SILVA et al., 2016). Ao longo da revisão narrativa, cada estratégia será abordada com maior especificidade.

Figura 1 - Linha do tempo dos principais estudos clássicos que investigaram o uso dos CHOs como recurso ergogênico.



Fonte: Autoria própria

MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica na qual foram utilizadas as bases de dados online SCIELO (Scientific Eletronic Library Online), LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde), PUBMED (Public Medline), BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e Google Acadêmico. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 15 anos (2005–2020), com a inclusão de artigos clássicos (n=8), e pontualmente artigos publicados em anos anteriores quando relevantes para a presente revisão. Os artigos foram escolhidos primeiramente pelo título, em seguida pela leitura do resumo e por fim, do artigo na íntegra. Alguns livros técnicos (n=5) e documentos, como resoluções e regulamentos técnicos (n=6) também foram adicionados nessa revisão com o objetivo de compreender a base das informações disponíveis acerca da ingestão de CHOs para fins desportivos. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Critérios de inclusão:

- a) Estudos publicados entre os anos de 2005 e 2020;
- b) Estudos que abordaram exclusivamente o CHO como recurso ergogênico;
- c) Estudos experimentais realizados com seres humanos;
- d) Revisões narrativas;
- e) Revisões sistemáticas.

Critérios de exclusão:

- a) Estudos publicados em outras línguas que não língua portuguesa e língua inglesa;
- b) Estudos experimentais realizados com animais.

Para a busca, os seguintes termos (palavras-chaves), na língua portuguesa e língua inglesa, foram colocados em várias combinações, utilizando os conectivos “AND” e “OR”.

Língua portuguesa:

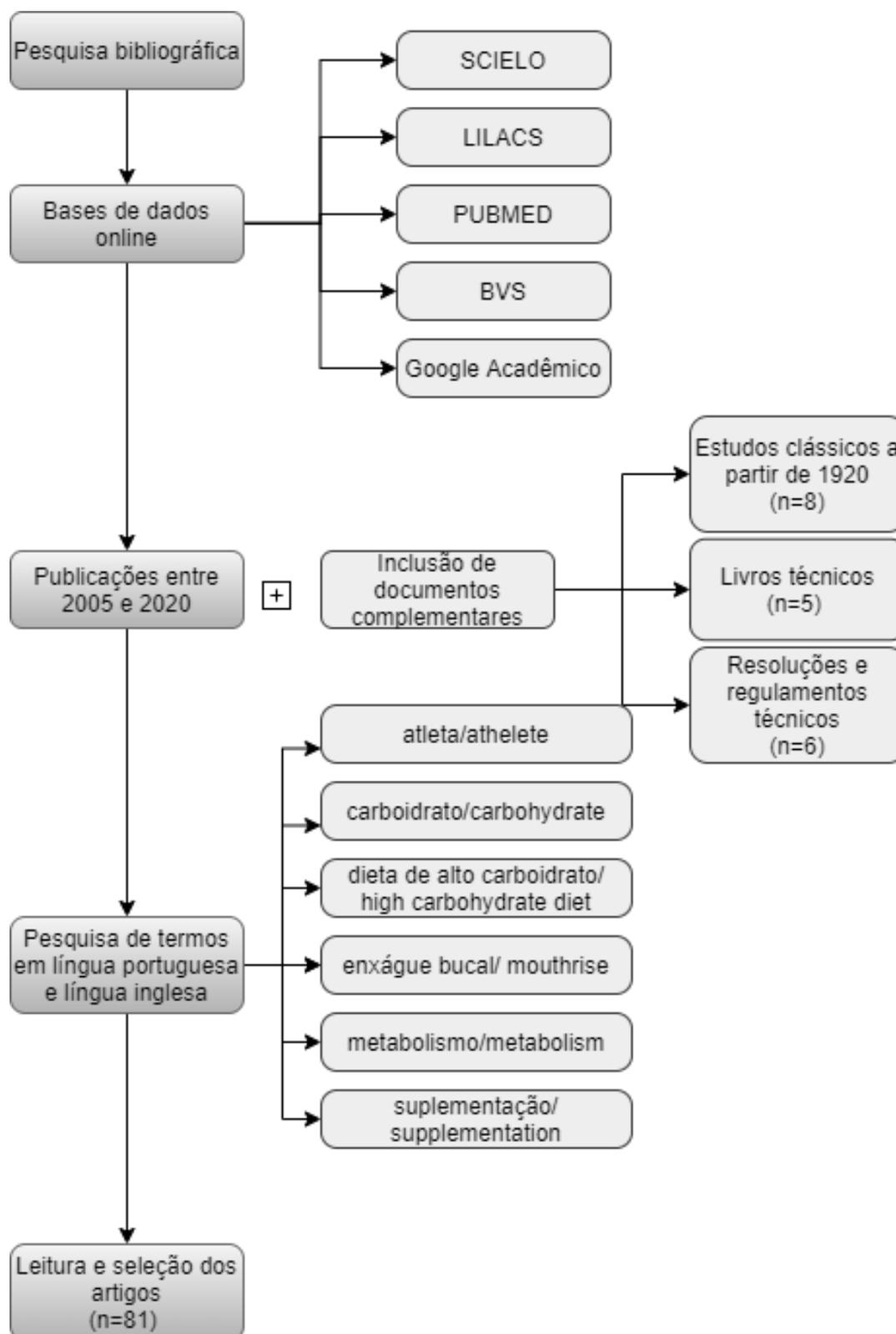
- a) Atletas
- b) Carboidrato
- c) Dietas de alto carboidrato
- d) Enxágue bucal
- e) Metabolismo
- f) Suplementação

Língua inglesa:

- a) Athletes
- b) Carbohydrate
- c) High Carbohydrate diet
- d) Metabolism
- e) Mouthrise
- f) Supplementation

Não foram utilizados artigos publicados em outras línguas que não portuguesa e inglesa e artigos indisponíveis na íntegra. No total, foram utilizados para revisão 81 artigos, além de 19 documentos complementares. (Figura 2 - Metodologia da pesquisa bibliográfica.).

Figura 2 - Metodologia da pesquisa bibliográfica.



Fonte: autoria própria

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CHO: DEFINIÇÃO E METABOLISMO

3.1.1 CHO: Definição

Os CHOs, também conhecidos como sacarídeos (do grego sakcharon = açúcar) são definidos como biomoléculas constituídas majoritariamente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio ($C_nH_{2n}O_n$), embora possam conter átomos de outros elementos, como de nitrogênio, fósforo e enxofre (VOET, VOET, PRATT, 2014). Os CHOs são classificados quanto a sua estrutura em: monossacarídeos, moléculas compostas por 2 a 7 átomos de carbono (glicose, frutose, galactose), oligossacarídeos, compostos por 2 a 20 monossacarídeos (sacarose, lactose, maltose, rafinose, estaquiose, frutoligossacarídeo (FOS), maltodextrina) e polissacarídeos, constituídos por no mínimo 15.000 unidades de glicose (amido, celulose) (Tabela 1 - Classificação estrutural das principais moléculas de CHO) (VOET, VOET, PRATT, 2014; BERTUZZI et al., 2017).

Tabela 1 - Classificação estrutural das principais moléculas de CHO

MONOSSACARÍDEOS	OLIGOSSACARÍDEOS	POLISSACARÍDEOS
Glicose ($C_6H_{12}O_6$) ¹	Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ⁴	Amido ($C_6H_{10}O_5$) ⁸ _n
Frutose ($C_6H_{12}O_6$) ²	Lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ⁵	Celulose ($C_6H_{10}O_5$) ⁹ _n
Galactose ($C_6H_{12}O_6$) ³	Maltose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ⁶	
	Maltodextrina ($(C_6H_{10}O_5)_n$) ⁷	
FONTES ALIMENTARES PRINCIPAIS		
Dextrose e xarope de milho ¹	Cana de açúcar e açúcar de mesa ⁴	Grãos de cereais, raízes e tubérculos ⁸
Frutas e mel ²	Leite e derivados ⁵	Vegetais folhosos e casca de leguminosas ⁹
Leite e derivados ³	Cereais ⁶	
	Milho e mandioca ⁷	

Fonte: adaptado de Voet, Voet e Pratt (2014).

Os CHOs podem ser classificados também quanto ao seu índice glicêmico (IG), que é definido como o efeito relativo do CHO presente em determinado alimento sobre a concentração da glicose plasmática, em relação a um alimento controle (normalmente pão branco ou a glicose). O IG de um CHO é considerado “baixo” quando é <55, classificado como “médio” quando se encontra entre 56-69 e “alto” quando está >70 (BERTUZZI et al., 2017). Dentre os principais CHOs encontrados na

alimentação habitual a glicose (IG=100), maltose (IG=105), maltodextrina (IG=100) e dextrose (IG=96) apresentam um alto IG, a sacarose (IG=60) apresenta médio IG, a frutose (IG=23), isomaltose (IG=36) e lactose (IG=46) apresentam baixo IG (FONTAN, AMADIO, 2015). O resultado do IG é influenciado pelo tempo da digestibilidade no trato gastrointestinal. A velocidade com que esse CHO é digerido depende da complexidade da sua molécula e do tipo de ligação presente entre as moléculas, podendo ser considerado simples (monossacarídeos e dissacarídeos) ou complexos (todos os outros oligossacarídeos e polissacarídeos), quanto mais simples mais rápida é a digestão e absorção, fator que determina as respostas hormonais após a ingestão do alimento, influenciando na resposta glicêmica do organismo (BIESEK, ALVES, GUERRA, 2005; SILVA et al., 2009; BERTUZZI et al., 2017).

Os CHOs têm duas funções principais: energética e estrutural. Quanto à sua função energética, o CHO é utilizado por todos os tecidos corporais e de forma exclusiva, pelos tecidos nervosos (FONTAN, AMADIO, 2015). É armazenado no organismo humano sob a forma de glicogênio (muscular e hepático) e nos organismos vegetais sob a forma de amido. A sua função estrutural está relacionada a participação na formação das glicoproteínas presentes na membrana plasmática das células animais e na formação da parede celular das células vegetais (FONTAN, AMADIO, 2015).

3.1.2 CHO: Metabolismo

Quanto ao metabolismo dos CHOs, no organismo humano, inicia-se na boca, através de sua hidrólise pela enzima amilase salivar, ficando sob forma de monossacarídeos e oligossacarídeos. No intestino delgado, através das enzimas isomaltases e dissacaridases (maltase, sacarase e lactase), os oligossacarídeos e dissacarídeos são convertidos em monossacarídeos e, posteriormente, absorvidos pela borda em escova através dos transportadores SGLT-1 e GLUT-5. O SGLT-1 é dependente de sódio e possui afinidade por glicose e galactose, enquanto o GLUT-5 tem afinidade por frutose. Após a absorção, parte da glicose supre a demanda imediata do organismo, inclusive muscular, através do transportador GLUT-4, sendo a glicose não utilizada, armazenada sob a forma de glicogênio muscular. Outra parte dos monossacarídeos (glicose, galactose e frutose) é transportada da corrente sanguínea para fígado, pelo transportador GLUT-2, onde a frutose e a galactose serão convertidas em glicose, a qual é disponibilizada para corrente sanguínea ou

armazenado na forma de glicogênio hepático. O músculo esquelético, em comparação com o fígado, apresenta uma maior capacidade de armazenar CHO, em especial as fibras musculares dos tipos IIA e IIB. O corpo humano pode armazenar de 375 a 475 g de CHO, sendo esse valor dividido em aproximadamente 325 g na forma de glicogênio muscular, 90 a 110 g na forma de glicogênio hepático e 5 g na forma de glicose sanguínea, em média, podendo ser mais elevado (FONTAN, AMADIO, 2015; BERTUZZI et al., 2017). Mas é importante salientar que os valores absolutos de armazenamento do glicogênio muscular são superiores aos do glicogênio hepático devido à maior quantidade de músculos no corpo; logo, em valores relativos, o fígado apresenta uma maior capacidade de armazenamento de glicogênio que os músculos.

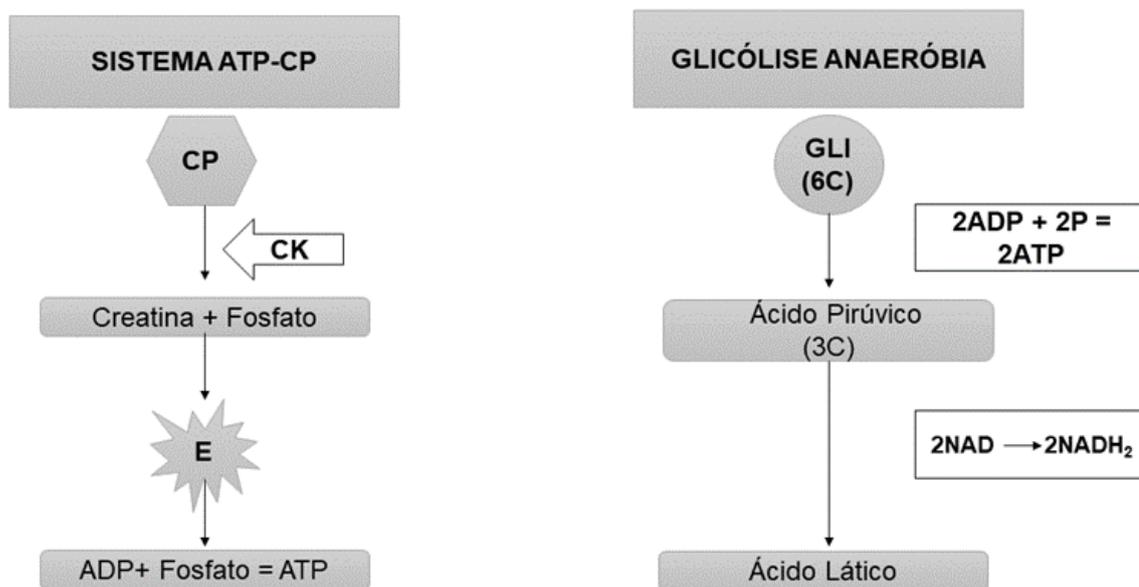
A metabolização dos CHOs ocorre de acordo com a demanda e especificidade do tecido. No tecido sanguíneo, as hemácias que são as principais células componentes desse tecido e que apresentam como principal função o transporte de oxigênio para toda a área corporal, possuem metabolismo anaeróbio. Devido à ausência de mitocôndrias, sua via energética é a glicolítica anaeróbia. As hemácias captam glicose através do GLUT-1 presente na sua membrana, esse transportador não é dependente da ação da insulina (MALHEIROS, 2006; NELSON, COX, 2005). No tecido nervoso, o fornecimento de glicose ocorre de forma constante, já que ele não apresenta a capacidade de reservar energia como os tecidos muscular e hepático. Os transportadores presentes, assim como nas hemácias, não são dependentes da ação da insulina, sendo do tipo GLUT-1 e GLUT-3. O sistema nervoso central (SNC) é altamente dependente da glicose, chegando a utilizar uma média de 120g/dia. No fígado, o principal transportador de glicose é o GLUT-2. Sua ação é eficiente pois mantém um equilíbrio entre a quantidade de glicose fosforilada, pela enzima glicoquinase, armazenada no hepatócito e a quantidade glicose livre presente na circulação sanguínea.

O armazenamento de glicose no fígado para posterior utilização como substrato energético, só ocorre quando a insulina presente no organismo estiver em maior quantidade em relação ao glucagon, o que levaria a ativação da via de síntese de glicogênio hepático, denominada glicogênese (NELSON, COX, 2005). Processos metabólicos contrários a glicogênese, ocorrem no fígado em situações de jejum, quando a concentração de glucagon circulante é superior à da insulina (NELSON, COX, 2005). O primeiro deles é a glicogenólise, no qual o glicogênio hepático é

degradado até a forma monomérica da glicose para suprir a demanda energética do organismo, esse processo persiste até que se esgotem os estoques de glicogênio hepático; e de forma simultânea, dá-se início a outro processo, denominado gliconeogênese (NELSON, COX, 2005). A gliconeogênese ocorre a partir da utilização de aminoácidos provenientes das proteínas que compõe o músculo esquelético e do glicerol, proveniente dos triglicerídeos do tecido adiposo, que são convertidos em outros metabólitos, como corpos cetônicos e ácidos graxos livre que são utilizados pelos tecidos em alternativa à glicose. A gliconeogênese pode ocorrer por um período, mesmo após a ingestão alimentar, até que sejam repostos os estoques de glicogênio hepático (MALHEIROS, 2006; NELSON, COX, 2005).

O metabolismo do CHO no músculo esquelético se apresenta de forma diferente do glicogênio hepático. Durante o exercício físico, há uma necessidade de glicose pelos músculos em atividade, que é suprida pela glicólise. A glicólise pode ocorrer na ausência ou presença de oxigênio, metabolismo anaeróbio alático (sistema ATP-CP) e lático (glicólise anaeróbia), e glicólise aeróbia (metabolismo aeróbio lático) respectivamente. A glicólise anaeróbia ocorre no início da contração muscular durante o exercício, e é dividida em metabolismo alático e lático. O metabolismo anaeróbio alático, também denominado de sistema fosfagênio ou ATP-CP, utiliza os estoques musculares de adenosina trifosfato (ATP), 2-3 segundos de contração muscular, e fosfocreatina (CP), 6-8 segundos, através da quebra da fosfocreatina pela enzima creatina quinase (CK) ressintetizando moléculas de ATP (FONTAN, AMADIO, 2015). Já o metabolismo lático, caracterizado pela degradação parcial da glicose, ocorre predominantemente entre 45-90 segundos iniciais do exercício físico. Nessa via a glicose é convertida em piruvato e tem como metabólito produzido, o ácido lático (Figura 3 – Metabolismo anaeróbio simplificado) (FONTAN, AMADIO, 2015; CARDOSO, SEABRA, SOUZA, 2017).

Figura 3 – Metabolismo anaeróbico simplificado

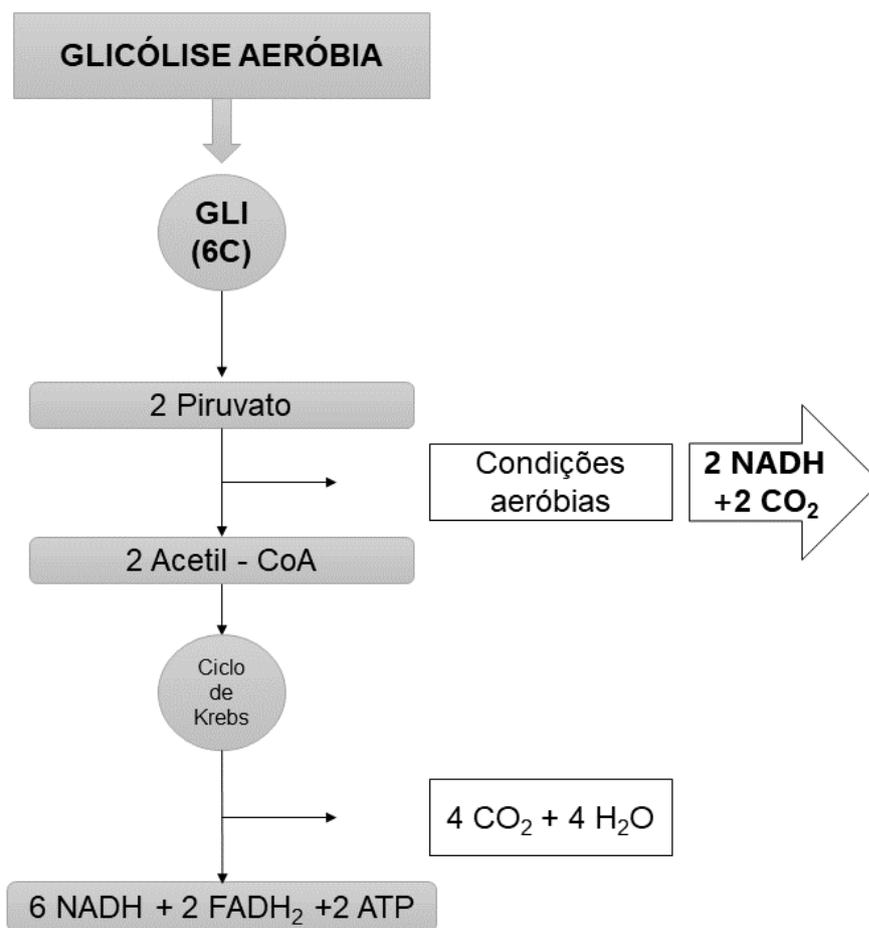


Fonte: Autoria própria

Legenda: CP: fosfocreatina; CK : creatina-quinase; E: energia; ADP: adenosina difosfato; ATP: adenosina trifosfato; GLI: glicose; C: carbono; NADH: dinucleotido de nicotinamina e adenina reduzido; NAD: dinucleotido de nicotinamina e adenina.

A glicólise aeróbia ocorre na mitocôndria, na qual o piruvato é convertido em acetil coenzima A na matriz mitocondrial. Por meio de um processo conhecido como ciclo de Krebs, onde cada volta corresponde a formação de uma molécula de ATP, gerando como principais metabólitos, o gás carbônico e água (Figura 4 – Metabolismo aeróbio simplificado) (FONTAN, AMADIO, 2015; CARDOSO, SEABRA, SOUZA, 2017).

Figura 4 – Metabolismo aeróbio simplificado



Fonte: Autoria própria

Legenda: GLI: glicose; C: carbono; CoA: coenzima A; CO₂: gás carbônico, H₂O: água; NADH: dinucleotido de nicotinamina e adenina reduzido; FADH: dinucleotídeo de flavina e adenina; ATP: adenosina trifosfato.

O glicogênio muscular pode ser utilizado apenas pelo próprio músculo, pois se encontra na forma fosforilada, e esse tecido não possui a enzima glicose-6-fosfatase, responsável pela desfosforilação. O principal transportador de glicose no tecido muscular esquelético é o GLUT-4, dependente da ação da insulina, pois a presença da insulina leva a mobilização desses receptores do citoplasma para a membrana celular. Ao mesmo tempo que a insulina aumenta o número de receptores de glicose, ela atua também inibindo a degradação e estimulando a síntese proteica, sendo um mecanismo importante de estímulo a hipertrofia, principalmente para atletas. (MALHEIROS, 2006; NELSON, COX, 2005).

Como os processos fisiológicos e a homeostase são alterados durante o exercício físico (MATSUURA, MEIRELES, GOMES, 2006), existe a necessidade da

compreensão de uso dos substratos energéticos durante o exercício, baseados nos três principais macronutrientes: CHO, proteínas (PTN) e LIP. A presente revisão abordará as formas de utilização do CHO como substrato energético .

3.2 DIETAS HIPERGLICÍDICAS

O consumo de dietas hiperglicídicas, é frequente em atletas, principalmente de modalidades aeróbias, para manutenção da glicemia, formação e reposição da reserva de glicogênio muscular atuando para melhora do desempenho (BERTUZZI et al., 2017). O uso de dietas hiperglicídicas como recurso ergogênico é estudado desde os anos 1920 com August Krogh e Johannes Lindhard (KROGH, LINDHARD, 1920) e a partir dos resultados desse estudo, outros pesquisadores se aprofundaram na temática realizando novas investigações (LEVINE et al., 1924; GORDON et al., 1925; CHRISTENSEN, HANSEN, 1939).

O volume e intensidade do exercício está associado ao maior uso dos CHOs como principal substrato de energia, por isso que é comum uma dieta com baixo teor de CHOs diminuir a resistência ao exercício e comprometer o rendimento do atleta (SILVA et al. 2009; LIMA-SILVA et al., 2009, 2011). Dessa forma para manutenção ou aumento do conteúdo de glicogênios muscular e hepático, é indicado o consumo de uma dieta composta majoritariamente por CHOs (BIESEK, ALVES, GUERRA 2005). As recomendações de ingestão de CHO antes do exercício, segundo o Colégio Americano de Medicina no Esporte (ACSM) (2006), é que de maneira geral a refeição seja baixa em fibras e LIP, moderada em proteínas e alta em CHO, para promover um rápido esvaziamento gástrico, entre três e cinco horas antes do exercício, evitar a ocorrência de intolerâncias e potencializar a manutenção da glicose sanguínea.

Segundo a Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina no Esporte (SBME) (2003, 2009), o aporte calórico diário proveniente de CHOs para suprir a demanda de treinamentos esportivos deve estar entre 60-70% do valor energético total (VET) da refeição, além disso a refeição anterior ao treinamento deve ser reduzida em gorduras e fibras para maximizar o esvaziamento gástrico, moderada em proteínas e rica em CHOs para manter a glicemia e auxiliar no desempenho (SBME,2003,2009). Essa recomendação é similar à ACSM (2006).

Informações como essas são importantes, pois é comum no meio esportivo que corredores de provas de longa duração (corridas de meio fundo de 800m a 10,000m), reduzam o aporte energético proveniente de CHOs , ex.: 54% do VET (SANTOS, SILVA, GADELHO,2011), objetivando redução do peso corporal para melhorar o desempenho, de forma que pode ocasionar um déficit de nutrientes e levar a um

resultado oposto, já que a ingestão está abaixo das recomendações para atletas (60-70% do VET) (SANTOS, SILVA, GADELHO, 2012).

Indo de encontro aos estudos citados, Sá e Portela (2001) observaram que o desempenho medido por um teste progressivo máximo em esteira ergométrica (até 60% do VO_2 máximo) , não foi diferente entre as dietas hiperglicídicas (70% do VET composto por CHO) e normoglicídica (56% do VET) ofertadas dois dias antes do teste. As dietas também não influenciaram a resposta da curva de lactato, VO_2 (volume de oxigênio) e FC (frequência cardíaca). Entretanto, os autores ressaltam que a ausência de diferenças entre as condições pode ter ocorrido devido às escolhas metodológicas como o tempo de manipulação da dieta, o baixo nível de treinamento dos participantes, por serem indivíduos não treinados e possuírem poucas adaptações aeróbicas e número reduzido da amostra (N=10).

Souglis et al. (2013) compararam diferentes dietas à base de CHOs (hiperglicídica x hipoglicídica) em 22 jogadores de futebol do sexo masculino. Os atletas foram submetidos a dois protocolos dietéticos: 1) 8 g de CHO/kg/dia x 3 g de CHO/kg/dia, por 3,5 dias. Após esse período participaram de uma partida de futebol com duração total de 90 minutos. A dieta de alto CHO levou os atletas a percorrem uma maior distância total durante o jogo (aumento de 17%), e mesmo no segundo tempo do jogo, no qual normalmente ocorre uma redução dessa distância percorrida, essa redução foi menor na condição alto CHO em comparação a condição baixo CHO. Além disso, o desempenho foi melhor nas duas condições CHO nos dois tempos do jogo. Quando avaliada em relação aos exercícios de resistência, as dietas hiperglicídicas podem aumentar o conteúdo de glicogênio muscular, o tempo até a exaustão e a força máxima voluntária no exercício (CYRINO, ZUCAS 1999; WAX et al.,2012; OLIVEIRA, 2014). Talvez isso ocorra porque a ingestão de CHOs pode auxiliar na hipertrofia muscular, já que aumenta o armazenamento de glicogênio muscular e possibilita um volume maior de exercício (OLIVEIRA, 2014), e a área da secção transversa está diretamente proporcional à força.

Dietas baseadas no IG também são comuns (LITTLE et al., 2010), e há uma inclinação para afirmar que dietas de baixo IG são mais eficientes para melhora do desempenho em relação às de alto IG, devido a absorção mais gradual na glicose no organismo. No estudo de Wu et al. (2003) os efeitos da ingestão refeições isoenergéticas com variações de IG (alto IG, baixo IG) e jejum foram avaliados em um

teste progressivo em esteira ergométrica (60 min à 65% do VO₂ máximo). Foi observado que o estado de jejum levou a uma maior taxa de oxidação de LIP em comparação com o estado pós-prandial. Na comparação entre as refeições, a ingestão da refeição com baixo IG resultou em uma maior taxa de oxidação de LIP em comparação com a refeição de alto IG, sendo que esta apresentou uma maior resposta glicêmica e insulinêmica no momento pós-prandial. Os autores sugeriram que essa maior taxa de oxidação lipídica observada na dieta de baixo IG poderia contribuir para o aumento da resistência devido a uma maior utilização de gordura como principal substrato energético retardando o uso de glicogênio muscular; entretanto outros autores sugerem que as dietas de baixo IG podem se apresentar mais eficazes quando comparadas as dietas de alto IG por prolongar os níveis séricos de glicose no sangue e conseqüentemente a sua taxa de oxidação, devido a absorção mais lenta de glicose, não influenciando na depleção de glicogênio muscular durante o exercício (SPARKS, SELING, FEBRAIO, 1998; CURRELL, JEUKENDRUP, 2008).

Os resultados do estudo de Little et al. (2010) corroboram com esses dados, uma vez que o IG das refeições pré-exercício (IG= 76 e 26; isoenergético: 1,5 g/kg CHO) beneficiou da mesma forma o desempenho dos participantes em um exercício de alta intensidade na esteira ergométrica simulando uma partida de futebol (90 min de sprints caracterizados por cinco blocos de 15 min com cinco sprints de um minuto, mais dois minutos e meio de recuperação entre sprints). Apesar de haver uma inclinação para indicar uma dieta com baixo IG para obter melhorias no desempenho, não há dados suficientes para afirmar que essa dieta é de fato, melhor que a dieta de alto IG (JEUKENDRUP, KILLER, 2010).

Outro aspecto investigado das dietas hiperglicídicas está relacionado qualidade da resposta imunológica após a ingestão de CHO, já que o exercício físico intenso pode causar um quadro de imunodepressão entre 3 e 72 horas após a sua realização, podendo resultar em uma exposição do atleta a infecções prejudicando o treinamento e conseqüentemente o desempenho esportivo a longo prazo (CÂNDIDO et al., 2017). Após submeterem atletas de rúgbi a um protocolo de dieta com alto teor de CHO (70%, três dias anteriores ao treino) associada a suplementação de CHO (6%), durante o treino de duração de 120 min, verificaram que o consumo da dieta com alto teor de CHO foi capaz de preservar a função imunológica oral dos participantes (avaliado por meio da análise da secreção de imunoglobulinas A (IgAs), da saliva dos participantes)

(CÂNDIDO et al., 2017). Assim, percebe-se que o uso de dietas hiperglicídicas (60-70% VET), não só são eficazes na melhora do desempenho, como também mantêm fatores associados, como a função imunológica.

Portanto, de acordo com os estudos avaliados a recomendação geral é que a dieta hiperglicídica para praticantes de exercício físico ou atletas (endurance, intermitente e resistidos) é: 1) 60-70% do VET, 2) moderada em PTN, 3) baixa em LIP e em fibras, 4) consumida entre 3 e 5 horas antes do treino ou competição, 5) CHOs de baixo ou alto IG. Entre seus benefícios constata-se o auxílio na manutenção da glicemia, síntese de glicogênio muscular e manutenção da função imunológica durante períodos de exercício intenso. É uma estratégia eficaz, com aplicação para várias modalidades de exercício, de mais fácil acesso e manutenção na rotina do indivíduo e que apresenta a possibilidade de periodização de acordo com o protocolo de treino do praticante de exercício físico ou atleta.

Tabela 2 - Dietas hiperglicídicas e desempenho físico (Continua)

Referência	Amostra	Protocolo da dieta	Protocolo de exercício	Estado nutricional	Resultados
Sá, Portela (2001)	10 NT (SM)	Dietas hiperglicídica (70% de CHO) vs normoglicídica (56% de CHO). 2 dias	Teste progressivo EEG	Não especificado	Sem diferença no desempenho
Wu et al., (2003)	9 corredores recreacionais (SM)	Dietas alto (IG=77,4) vs baixo (IG= 39,0) vs jejum. 3 h antes do teste	EEG – 60 min 65% do VO ₂ máx	12 h de jejum noturno	Baixo IG: maior taxa de oxidação lipídica (não avaliaram desempenho)
Little et al., (2010)	16 FA (SM)	Dietas alto IG (IG=76) vs baixo IG (IG= 26) 2 h antes do teste vs jejum	Sprint progressivo EEG – 90 min	Jejum noturno de 10 h	Melhora do desempenho nas condições CHO
Santos, Silva, Gadelho, (2011)	56 corredores meio fundistas (SNE)	Dieta habitual ~54% do VET	Não realizado	Não especificado	Ingestão habitual abaixo das recomendações (não avaliaram desempenho)

Tabela 2 - Dietas hiperglicídicas e desempenho físico (Conclusão)

Referência	Amostra	Protocolo da dieta	Protocolo de exercício	Estado nutricional	Resultados
Souglis et al., (2013)	20 atletas de futebol (SM)	Dieta hiperglicídica (8 g CHO/kg/dia) vs hipoglicídica (3g CHO/kg/dia). 3,5 dias	Partida de futebol 90 min	Não especificado	Aumento da distância total percorrida na condição alto CHO
Cândido et al., (2017)	20 atletas de rúgbi (SM)	Dieta (70% CHO) + suplementação (6%) vs PLA. 3 dias	Treino de rúgbi 120 min	Jejum de 8 h	A ingestão da dieta de alto CHO preservou a função imunológica oral (IgA). (não avaliaram desempenho)

Fonte: A autoria própria

Legenda: FA: fisicamente ativo; NT: não treinados; SM: sexo masculino; SNE: sexo não especificado; EEG: esteira ergométrica; CHO: carboidrato; PLA: placebo; IG: índice glicêmico; VET: valor energético total; IgA: imunoglobulina A; h: hora; min: minuto.

3.3 SUPERCOMPENSAÇÃO DE CHO

A supercompensação de CHO é uma estratégia de manipulação alimentar cujo o objetivo é potencializar a síntese do glicogênio muscular, podendo chegar até o dobro da reserva de glicogênio inicial, visando a melhora do desempenho principalmente em provas de longa duração como triatlão, maratona, ultramaratona, ciclismo, *iron man* e em outras modalidades com duração superior a 90 minutos ou modalidades nas quais ocorram provas mais curtas porém com repetições (BIESEK, ALVES, GUERRA, 2005; BERTUZZI et al., 2017). Dois principais protocolos de supercompensação de CHO são utilizados: o primeiro, proposto por Bergstrom (BERGSTROM et al., 1967) e o segundo, proposto por Sherman (SHERMAN et al., 1981).

O primeiro protocolo, considerado clássico, proposto por Bergstrom et al. (1967) inicia-se uma semana anterior a competição: 1) é iniciada com um protocolo de treinamento intenso, 2) consumo de uma dieta hipoglicídica nos três dias seguintes, com o protocolo de treinamento mantido. Em seguida, 3) nos três dias antecedentes a competição deve-se iniciar a ingestão de uma dieta hiperglicídica associada a suspensão do protocolo de treinamento e manutenção do repouso para promover aumento acentuado dos estoques de glicogênio muscular (BERGSTROM et al., 1967; BIESEK, ALVES, GUERRA, 2005; BERTUZZI et al., 2017). O segundo protocolo, proposto por Sherman et al. (1981) inicia-se uma semana antes da competição, onde: 1) nos primeiros três dias deve-se iniciar uma dieta de característica normoglicídica (50% do VET de CHO) associada a um exercício de depleção do glicogênio muscular, 2) nos três dias antecedentes a competição o atleta deve iniciar uma dieta de característica hiperglicídica (70% do VET de CHO) e iniciar uma redução gradativa do prática de exercício físico similar ao realizado na competição para poupar esse glicogênio estocado, por fim, 3) três a seis horas antes da competição o indivíduo deve consumir acima de 300g de CHO, desde que esses sejam pobres em fibras e com baixo teor de LIP associado.

Apesar de similares, os modelos diferem entre si em alguns pontos importantes. No modelo clássico a característica da dieta nos primeiros três dias do protocolo é hipoglicídica, já no modelo proposto por Sherman et al. (1981) a dieta tem característica normoglicídica, essa mudança se deve a percepções posteriores de que

esse baixo consumo de CHO nos primeiros três dias pode ser prejudicial, pois pode apresentar efeitos colaterais como náuseas, cansaço, tonturas, irritabilidade, o que prejudicaria o desempenho. Outro ponto é que o exercício não deve ser interrompido como propõe o modelo clássico e sim ter sua intensidade reduzida, pois o treinamento estimula a síntese de glicogênio muscular através da enzima glicogênio sintase (BIESEK, ALVES, GUERRA, 2005; BERTUZZI et al., 2017). No modelo proposto por Sherman et al. (1981) existe uma recomendação de ingestão de CHO no dia da competição, teoricamente, esse CHO ingerido seria utilizado primeiramente como substrato energético, retardando a utilização e depleção do glicogênio muscular, consequentemente maximizando a resistência do atleta e seu desempenho (SAPATA, FAYH, OLIVEIRA, 2006).

A estratégia da supercompensação de CHO também foi testada para conhecer se há variações quanto ao sexo. Tarnopolsky et al. (2001), avaliaram o efeito da sobrecarga de CHO no aumento da concentração de glicogênio muscular em 13 indivíduos, sendo seis do sexo masculino e sete do sexo feminino. O protocolo de sobrecarga foi realizado por cinco dias e a dieta consistia em três protocolos: 1) dieta habitual dos participantes (~59% CHO), 2) dieta hiperglicídica, composta por 75% de CHO e 3) dieta hiperglicídica (75% CHO) com adicional de 35% CHO no VET total. Foi realizado um protocolo de exercícios durante três dias com bicicleta ergométrica a por 60,45 e 30 min à 65 do VO₂ máximo, respectivamente. No quinto dia, após a refeição do café da manhã, foi realizada uma biópsia no músculo vasto lateral de cada participante para avaliação da concentração do glicogênio muscular e da atividade da enzima hexoquinase (que regula o metabolismo dos CHOs através da conversão do ATP até a glicose-6-fosfato). Os participantes do sexo masculino obtiveram um aumento do glicogênio muscular, no entanto o mesmo não ocorreu nas participantes do sexo feminino. Não foram encontradas diferenças quanto a atividade da enzima hexoquinase entre os sexos. Entretanto, os autores sugeriram que a diferença encontrada não está relacionada a limitações fisiológicas e sim a diferença de ingestão absoluta de energia e CHO entre os gêneros.

Com a intenção de obter uma maior compensação de glicogênio muscular, Fairchild et al. (2002) sugeriram que uma alteração no protocolo permitiria atingir níveis supranormais de glicogênio muscular em um período de 24 horas. Após realizar um exercício para depleção de glicogênio muscular em atletas (exercício de ciclismo

por 150s a 130% do VO_2 máximo), associado a um dia de alta ingestão de CHO de elevado IG e ingestão de bebidas carboidratadas, totalizando 12 g/kg de peso corporal, nas 24 horas subsequentes, níveis de glicogênio muscular supranormais foram alcançados, com reservas de glicogênio semelhantes nas fibras musculares tipo I, IIa e IIb. Foskett et al. (2008) seguiram esse protocolo; dois dias antes dos testes experimentais os participantes realizaram 90 minutos de corrida intermitente para a redução do glicogênio muscular iniciando, posteriormente, uma dieta composta por 70% do VET de CHOs associada a ingestão de solução de CHOs (6,4%) antes e durante os intervalos do protocolo experimental (90 min, divididos em blocos de 15 min com três min de descanso, do Listborough Intermittent Shuttle-Running Test - LIST). O protocolo de supercompensação de CHOs otimizou o efeito ergogênico da solução de CHO utilizada no momento do treino, levando ao aumento da capacidade de resistência do participante durante o exercício.

Zanetti et al. (2010), avaliou a influência da supercompensação de CHO no VO_2 máx de atletas. O estudo foi realizado com sete indivíduos, do sexo masculino, universitários fisicamente ativos que foram submetidos a uma dieta de supercompensação de CHO, onde receberam um plano alimentar individualizado e orientações nutricionais, composto por seis refeições diárias com 70% do VET de cada refeição fornecidos por CHO, durante sete dias. O VO_2 máx foi identificado através de um teste progressivo em esteira ergométrica (8 km.h⁻¹ com velocidade incrementada a 1,2 km.h⁻¹ a cada três minutos, a inclinação foi constante em 1%), que foi avaliado antes e após a supercompensação. Não houve diferenças no desempenho quando comparados antes e após supercompensação de CHO. Os autores sugeriram que os resultados encontrados foram devido às possíveis limitações do estudo, como um número pequeno da amostra e o protocolo de manipulação da dieta.

Com o objetivo de avaliar se a supercompensação de CHO seria efetiva em atletas na realização de exercícios de curta duração, nove atletas velocistas, quatro mulheres e cinco homens, entre 19 e 39 anos foram avaliados quanto ao tempo de teste, taxa de força, aptidão cardiorrespiratória, glicemia e capacidade aeróbia (COSTA et al., 2019). O protocolo de supercompensação consistiu em duas fases, na primeira fase os atletas ingeriram uma dieta normocalórica durante seis dias, com 60% do VET composto por CHO. A segunda fase ocorreu três semanas após a primeira,

na qual os participantes ingeriram por três dias uma dieta de baixo CHO (40% do VET) com o objetivo de depletar CHO e nos 3 dias subsequentes ingeriram uma dieta de sobrecarga de CHO, contribuindo com 70% do VET. No sétimo dia de cada fase, foi realizado o teste de resistência cardiopulmonar (determinação do VO_2 máximo por espiroergômetro). Os autores concluíram que embora não tenham sido encontradas diferenças significativas para as outras variáveis, o VO_2 máx aumentou após o protocolo de supercompensação de CHO estando relacionado ao aumento da capacidade aeróbica e melhora do desempenho esportivo, apresentando um resultado positivo para essa variável.

Burke et al. (2017) realizou um estudo para avaliar os efeitos no desempenho de dietas de alto CHO comparada com uma dieta de alto LIP. Participaram 29 atletas de elite, os quais foram submetidos a um dos três tipos de dieta isoenergéticas: 1) Dieta de alta disponibilidade de CHO ($8,6 \text{ g/kg}^{-1}$ CHO), 2) Dieta periodizada de alto CHO ($8,3 \text{ g/kg}^{-1}$ CHO), 3) Dieta de baixo CHO e alto LIP ($<50 \text{ g/d}^{-1}$ CHO). Não foi avaliada a condição PLA (placebo), pois os atletas escolheram o protocolo ao qual teriam uma maior adaptação para não prejudicar o prosseguimento dos treinos realizados. Os participantes realizaram dois blocos de teste (três dias: blocos de exercícios esteira ergométrica na intensidade do VO_2 máx + 10 km de corrida + 25 km caminhada), compostos por exercício de endurance, antes e após as 3 semanas do treinamento padronizado. Os autores concluíram que ambas as dietas ricas em CHO apresentaram melhora no desempenho, aumentando a resistência no exercício de corrida, sugeriu-se que esse aumento se deu devido a um maior armazenamento do conteúdo de glicogênio muscular.

Baseado nos resultados de alguns estudos, parece que houve uma evolução nos protocolos, (FAIRCHILD et al., 2002; BURKE et al., 2017), os primeiros protocolos (BERGSTROM et al., 1967; SHERMAN et al., 1981) sugerem a supercompensação de CHO iniciada com uma dieta hipoglicídica ou normoglicídica, associada a uma depleção muscular por exercício e posteriormente redução da intensidade do exercício físico, não sendo de aplicação viável na rotina de treinamento de grande parte dos atletas. Entretanto os estudos posteriores (FAIRCHILD et al., 2002; BURKE et al., 2017) demonstram que a supercompensação pode ser realizada sem a necessidade de expor o atleta aos desconfortos provocados pelos protocolos mais clássicos, causados pelo baixo CHO da dieta e redução de glicogênio muscular,

fatores que podem levar a uma redução da intensidade de treinamento e contribuir para prejuízos no desempenho.

Dessa forma, a administração de dietas de alto CHO de forma aguda (FAIRCHILD et al., 2002; BURKE et al., 2017) ou crônica (BURKE et al., 2017) têm apresentado bons resultados no aumento do glicogênio muscular, possibilitando a manutenção da rotina de treinamento do atleta ao mesmo tempo em que permite uma melhora no seu desempenho, sendo preferível aos protocolos de supercompensação de CHOs, mesmo os mais atuais.

Tabela 3 - Supercompensação de CHO e desempenho físico (Continua)

Referência	Amostra	Protocolo da dieta	Protocolo de exercício	Estado nutricional	Resultados
Tarnopolsky et al., (2001)	13 FA (7 SF+ 6 SM)	Dietas habitual (~59% CHO) vs hiperglicídica (75% CHO) vs hiperglicídica + 35% CHO	CEG 60, 45 e 30 min 65% VO ₂ máx	4 h de jejum	Aumento da concentração de glicogênio muscular
Fairchild et al., (2002)	7 atletas de endurance (SM)	Jejum noturno vs 10,3 g/kg CHO (dieta + bebida carboidratada) 24h	CEG 150 s 130% VO ₂ máx	Jejum noturno	Aumento da concentração de glicogênio muscular em níveis supranormais em 24 h
Foskett et al.,(2008)	6 FA (SM)	70% do VET de CHO, 48 h + CHO (6,4%) (dieta + bebida carboidratada) vs PLA	LIST 90 minutos seis blocos	Jejum noturno ~10 h	Aumento da capacidade de resistência
Zanetti et al., (2010)	7 FA (SM)	Dietas habitual (~58% CHO) vs hiperglicídica(70%CHO). 7 dias	Teste progressivo EEG	Não especificado	Sem diferença no desempenho

Tabela 3 - Supercompensação de CHO e desempenho físico (Conclusão)

Referência	Amostra	Protocolo da dieta	Protocolo de exercício	Estado nutricional	Resultados
Burke et al., (2017)	29 atletas de endurance (SM)	HCCHO (8,6 g/kg ⁻¹ CHO) vs PCHO (8,3 g/kg ⁻¹ CHO) vs LCHF (<50 g/d ⁻¹ CHO)	3d blocos de exercícios (EEG VO ₂ + 10 km de corrida + 25 km caminhada) antes e após 3 sem de treinamento padrão	Não especificado	As dietas HCCHO e PCHO aumentaram a capacidade de resistência
Costa et al., (2019)	9 atletas velocistas (4 SF + 5 SM)	FASE 1: 60% CHO FASE 2: 40% CHO + 70% CHO	Teste progressivo de resistência cardiopulmonar EEG	Não especificado	Aumento da capacidade de resistência

Fonte: Autoria própria

Legenda: FA: fisicamente ativo; SM: sexo masculino ; SF: sexo feminino; CEG: cicloergômetro; EEG: esteira ergométrica; CHO: carboidrato; PLA: placebo; IG: índice glicêmico; VET: valor energético total; VO₂ máx: volume de oxigênio máximo; HCCHO: dieta de alta disponibilidade de carboidrato; PCHO: dieta periodizada em CHO; LCHF: dieta baixa em CHO e alta em lipídios; h: hora; d:dia.

3.4 SUPLEMENTAÇÃO COM CHO

A suplementação com CHO, antes, durante e após o exercício é utilizada como um recurso ergogênico, porque permite a manutenção da glicose circulante, aumenta a oxidação de CHO, aumenta a taxa de síntese de glicogênio muscular e conseqüentemente, melhora o desempenho (BERTUZZI et al., 2017). São sete os principais CHOs utilizados na composição das suplementações: frutose, galactose, maltose, sacarose, maltodextrina, dextrose e amido. Quando comparados com a glicose, apresentam as seguintes características: a frutose tem a capacidade de incorporar palatabilidade em suplementos que são ofertados na forma de bebidas, apresentando uma taxa de oxidação 25% inferior, enquanto a galactose apresenta taxa de oxidação 50% inferior a glicose. A maltose, a sacarose e a maltodextrina apresentam taxa de absorção e oxidação semelhantes. O amido divide-se em amilose e amilopectina, a amilose compõe 20-30% do amido e é formada por ligações alfa 1-4, sendo mais facilmente absorvida. e a amilopectina compõe 70-80% do amido e é formada por ligações alfa 1-4 e 1-6, possuindo uma menor taxa de absorção devido a presença das ligações alfa 1-6, ambas as formas apresentam uma menor taxa de absorção e oxidação que a glicose (WALTER.; SILVA; EMANUELLI, 2005; SILVA, MIRANDA, LIBERALI, 2008).

A suplementação com CHO é mais comumente encontrada sob a forma de barras, repositores em gel, bebidas energéticas e repositores hidroeletrólíticos (FERREIRA et al., 2001). A forma indicada e a quantidade de energia que deve ser ingerida depende da intensidade, duração dos exercícios e peso dos atletas (LEARSI et al., 2019). Segundo a Resolução CFN nº390/2006 deve-se levar em consideração para a prescrição da suplementação o indivíduo globalmente, avaliando suas condições clínicas, socioeconômicas, culturais e religiosas, a presença de estados fisiológicos específicos, a adequação da suplementação ao consumo alimentar e realizar a reavaliação sistemática do estado nutricional do indivíduo, incluindo a manutenção da suplementação. No entanto, parece que o desempenho em um exercício de longa duração não é influenciado pela forma de apresentação do CHO (AZEVEDO et al.,2015; PEREIRA et al., 2012), já que o tempo para completar uma quatro baterias de testes em cicloergômetro (teste em cicloergômetro por 90 min à 55-60% do VO_2 máxima + sprint de 6 km) foi semelhante nas três condições experimentais: 1) bebida energética (22,2g de CHO), 2) gel (30g de CHO) e 3) barra

energética (25g de CHO), ofertadas antes, durante e ao final do exercício (PEREIRA et al., 2012). Considera-se todas as opções como eficazes para melhorar o desempenho em relação a realizar o exercício sem suplementação (PEREIRA et al., 2012). Porém, a ingestão de CHO em gel é utilizada majoritariamente durante provas de longa duração, por ser mais palatável e mais fácil de conduzir durante a prova (12 min de teste adaptado de natação) (ALVES et al., 2012).

O uso de CHO como suplemento pode ser realizado antes, durante e após o exercício físico, podendo ser fornecida nas suas variadas formas de apresentação, entretanto, sendo mais comum com bebidas carboidratadas, porque está associada a hidratação do atleta. Antes e durante o exercício físico, a suplementação com CHO atua no aumento e manutenção da glicemia (PEREIRA et al., 2012; GONÇALVES, GUERRAO E PELEGRINI, 2017) e após o exercício, permite a ressíntese do glicogênio muscular (LIMA-SILVA et al., 2007).

A suplementação com CHO antes do exercício, geralmente é realizada entre 1h e 5min antes do esforço (PRITCHETT et al, 2008; SANTOS-PINTO et al., 2019). É considerada uma estratégia ergogênica porque fornece glicose para contração muscular durante o exercício, já que permite o aumento e manutenção da glicemia (SAPATA, FAYH, OLIVEIRA, 2006). Já foi demonstrado que a suplementação com CHO antes do esforço melhora o desempenho em exercícios de endurance (80 min no cicloergômetro 70% VO₂máx + 10 Km TCR) (CAMPBELL et al, 2008) e intermitentes (HARPER et al.,2017), quando 0,6 g/kg/h- 0,12 g/kg/h de CHO foi ingerido antes do exercício (90 min de exercícios de simulação de um jogo de futebol).

Uma bebida carboidratada antes do exercício também foi eficiente em melhorar o número de repetições em um treino de resistência (SANTOS-PINTO et. al., 2019). Os participantes com experiência de pelo menos um ano em treinamento de resistência, realizaram um teste de resistência muscular (supino reto, 70% de uma repetição máxima - 1RM) até exaustão voluntária, após seis minutos da ingestão de CHO (10%) ou PLA. Houve aumento no número de repetições na condição CHO em relação ao PLA. No entanto, como o conteúdo de glicogênio muscular é suficiente para realizar esse tipo de esforço, talvez algum mecanismo central tenha contribuído para melhora do desempenho nesse estudo, mas não há dados para confirmar essa hipótese.

O efeito da suplementação de CHO durante o exercício também está relacionado com a manutenção da glicemia, e como impede o surgimento dos sintomas de hipoglicemia, além de fornecer substrato imediato para o exercício, consegue retardar o aparecimento da fadiga (LEARSI et. al., 2019; JÚNIOR et. al., 2019). A suplementação com CHO durante o exercício em estados distintos de alimentação (pós-prandial e jejum) foi testado por Learsi et al. (2019). Os participantes foram submetidos a um teste de carga constante (cicloergômetro ~70% VO₂ máx), seguido por um teste contrarrelógio (TCR) 10 km em quatro condições experimentais: 1) alimentado + CHO, 2) jejum + CHO, 3) alimentado + PLA e 4) jejum + PLA. Imediatamente antes e durante todo o teste de carga constante (a cada 15 min), os participantes receberam a solução CHO (8%) ou PLA, e aos 5km do teste contrarrelógio (TCR). O tempo para completar a prova de 10km foi menor nas condições CHO, tanto no estado pós-prandial quanto no jejum, e a PSE foi menor nas condições CHO ao final do teste de carga constante, permitindo os indivíduos iniciarem o TCR com uma menor sensação de cansaço. Esse estudo mostrou que a alimentação antes do exercício pode não ser crítica para o desempenho, e em casos de necessidade de realizar jejum no dia da competição, a suplementação com CHO pode ser ofertada durante o exercício sem prejuízos no desempenho.

A estratégia de utilização do CHO durante o exercício parece ser eficiente para melhorar o desempenho tanto em exercícios longos (LEARSI et al., 2019), como em corridas de alta intensidade e média duração (JÚNIOR et. al., 2019). Junior et al. (2019), utilizando um protocolo experimental randomizado de 30 minutos de corrida na esteira ergométrica com intensidade similar ao do limiar anaeróbio, seguido de um teste contrarrelógio (10 min), observaram que a ingestão de uma solução de CHO a 10% (1g/kg de peso corporal) durante o exercício, permitiu um aumento no VO₂ máx, redução da FC e aumento da velocidade média no teste contrarrelógio em comparação ao PLA (JUNIOR et al., 2019).

Recomendações foram propostas pela Academia de Nutrição e Dietética (Academy), Nutricionistas do Canadá (DC) e o ACSM, visando atender as demandas de CHO total (alimentação e suplementação) tanto para as necessidades do SNC quanto para a demanda do músculo esquelético, devendo ser ajustadas para as necessidades individuais do atleta: 1) exercícios de baixa intensidade: 3-5 g/kg/dia de CHO, 2) exercícios de moderada intensidade: 5-6 g/kg/dia de CHO, 3) exercícios de

alta intensidade: 6-10 g/kg/dia de CHO, 4) exercícios de altíssima intensidade: 8-10 g/kg/dia de CHO (ACADEMY, DC, ACSM, 2016).

Para a utilização de bebidas carboidratadas, são realizadas as seguintes recomendações: 1) exercícios <45 min: não apresenta recomendação de CHO específica, mas recomenda-se que o atleta esteja com uma reserva elevada de glicogênio muscular para a realização do exercício, alcançada por meio de um protocolo de alimentação com alto conteúdo de CHO, 2) exercícios com duração entre 45 e 75 min: ingestão inferior a 30g de CHO, incluindo enxágue bucal com CHO, 3) exercícios com duração entre uma hora e duas horas e meia: 30-60 g/h de CHO, 4) acima de duas horas e meia até três horas: 90 g/h de CHO composto por mais de um tipo de sacarídeo (ex. glicose + frutose), utilizando múltiplos transportadores (ACADEMY, DC, ACSM, 2016).

Diferente dos estudos citados anteriormente, Gonçalves, Guerraio e Pelegrini (2017) não observaram diferenças no desempenho na condição CHO (0,7 g/kg, antes e durante o exercício) em relação ao PLA em um treino de ciclismo indoor de 80 minutos. O aumento na glicemia não foi suficiente para melhorar o desempenho que foi medido pela potência média e distância total percorrida. As rotações por minuto (RPM) e a PSE também não foram diferentes entre as condições. Os autores sugeriram que o tempo de exercício (80 min) seria curto para obtenção dos benefícios do CHO exógeno e que o glicogênio muscular seria suficiente. De fato, já foi relatado por outros autores que para exercícios curtos (abaixo de 45-60 min) a suplementação com CHO não seria necessária, por conta das concentrações de glicogênios muscular e hepático e que estes supririam as necessidades energéticas (JEUKENDRUP, 2014 e ACSM, 2006; ANATARAMAN et al., 1995). Apesar desse estudo ser mais longo que 60 min, o conteúdo de glicogênio pode ter sido suficiente, até porque não é relatado se houve controle dietético nos dias anteriores ou no dia do teste. Além disso, apesar da suplementação ter sido padronizada de acordo com o peso corporal (0,7 g/kg), os pesquisadores não levaram em consideração o peso dos indivíduos durante o processo de diluição do CHO, já que para todos os voluntários, a diluição do CHO foi em 600 mL de água. Isso provoca mudanças na concentração de CHO entre os indivíduos, sem falar que na média essa concentração ficou acima dos 8% sugerido pelo ACSM (2006).

Em relação ao exercício intermitente, também há resultados controversos (AMORIN, TELES E JUNIOR, 2018). Apesar da maioria dos estudos relatarem efeitos positivos (CURRELL, CONWAY, JEUKENDRUP, 2009; KINGSLEY et al., 2014; SOUGLIS et al, 2013), não houve benefícios da ingestão de CHO em relação ao PLA, em exercícios intermitentes (AMORIN, TELES E JUNIOR, 2018). Diferente da corrida e ciclismo, o basquetebol é considerado um exercício intermitente, composto por picos e repousos, com momentos de predominância do metabolismo anaeróbio e momentos de predominância do metabolismo aeróbio. Durante cinco dias, foi administrado CHO com concentração a 10% (1g/kg de peso corporal), antes e durante o treino que simulava uma partida de basquete (60 min). Os resultados foram aumento da glicemia sanguínea após o treino, porém sem melhora no desempenho técnico e nem redução da PSE. Os autores justificam esse resultado abordando limitações como o tempo de duração dos treinos (75 min), tempo em que o glicogênio muscular seria suficiente para fornecer energia. Outro ponto citado como limitação, foi a ausência de controle prévio da alimentação dos participantes. Apesar de não ser relatado no estudo, a concentração de CHO ideal para evitar desconfortos gástricos é de 8% (RODRIGUEZ, DIMARCO, LANGLEY, 2009; CERMAK, VAN LOON, 2013; WILLIAMS, ROLLO, 2015), principalmente nesse tipo de atividade de alta intensidade e em que há movimentos saltadores. Esse também pode ter sido um fator limitante para o desempenho.

Apesar da eficácia comprovada pela maioria dos estudos aqui citados, a ingestão de CHO apresenta alguns efeitos adversos que precisam de atenção, já que podem comprometer o desempenho de forma aguda e/ou crônica. A ingestão de CHO antes e durante o esforço pode causar desconforto gástrico, principalmente em exercícios intensos, como na corrida de curta duração e durante exercícios compostos por movimentos saltadores, como a maioria dos exercícios aeróbios, por conta da característica do exercício que leva a movimentação do conteúdo gástrico, prejudicando a digestão, podendo resultar em prejuízo no desempenho (NIEUWENHOVEN, BROUNS, KOVACS, 2005).

O risco de hipoglicemia reativa (ainda que para poucos indivíduos) também é considerado um efeito adverso da ingestão ou suplementação com CHO (especificamente antes do exercício) (JEUKENDRUP et al., 2010), já que provocaria redução acentuada da glicemia durante o esforço. Hipoglicemia reativa é uma redução

da glicemia durante o exercício, que ocorre devido a uma hiperinsulinemia provocada pela ingestão de CHO antes do exercício, levando a um quadro de hipoglicemia e provável redução de desempenho (FOSTER et al., 1979; KOINVISTO et al., 1981). Após resultados negativos no desempenho quando o CHO foi ingerido antes do exercício em estudos clássicos (FOSTER et al., 1979; KOINVISTO et al., 1981), foi sugerido que a glicose ingerida em até 45 minutos antes do exercício resultaria em uma hipoglicemia reativa. A partir de então, passou a ser recomendado aos atletas evitar a ingestão de CHO na hora que antecede o exercício.

No entanto, há apenas uma década, Jeukendrup e Killer (2010) sugeriram que a ingestão de CHO antes do exercício não deve ser estritamente evitada, porque o desenvolvimento de um quadro de hipoglicemia reativa está mais relacionado ao metabolismo individual, com alguns mais propensos que outros, do que propriamente a ingestão de CHO pré-exercício. Portanto, não é possível afirmar que ingestão de CHO antes do exercício levará a um quadro de hipoglicemia reativa ou que é prejudicial ao desempenho. Por isso, é recomendada uma avaliação individual da estratégia nutricional antes de uma competição, não sendo desaconselhável a utilização de suplementação de CHOs antes e durante o do exercício.

A suplementação com CHO após o exercício tem a finalidade principal de ressintetizar o conteúdo de glicogênio muscular utilizado no exercício. Existem duas formas de permitir essa ressíntese: suplementação na fase precoce ou rápida (0-6h após o exercício) e na fase lenta (6-24h após o exercício) (BURKE, VAN LOON, HAWLEY,2017). A escolha do protocolo depende da necessidade e da rotina de treinamento/competição do praticante de exercício físico ou atleta. A suplementação na fase precoce, mostra-se interessante em situações nas quais o indivíduo precisa de uma restauração do glicogênio muscular, após um treino ou competição, em curto prazo para sua utilização subsequente, como ao realizar mais de um treino ou competição em um mesmo dia. Já a suplementação na fase lenta pode ser administrada nas demais situações, em que não seja necessário a pronta utilização do glicogênio muscular, permitindo maior fracionamento da oferta e variação das formas de apresentação do suplemento (BURKE, VAN LOON, HAWLEY,2017).

A ressíntese do glicogênio muscular é caracterizada pelo aumento da eficiência da absorção de glicose do plasma para o espaço intracelular mediado pela enzima glicogênio sintase e aumento da expressão da enzima GLUT-4, que ocorre pela

contração muscular ao ativar a enzima AMPK, independente da ação da insulina (VIEIRA, VIEIRA,2007, LIMA-SILVA et al.,2007). Esse mecanismo ocorre durante (quando em exercícios de baixa intensidade) e após o exercício físico. Imediatamente após e até 2 horas do término do exercício, a enzima glicogênio sintase aumenta sua expressão em até 50%, gerando uma fase ótima para recuperação rápida do glicogênio muscular. A expressão de GLUT-4 também pode aumentar de 32-85%, a depender da modalidade e intensidade do exercício, num período de até 42 horas, reduzindo gradativamente. Manter os níveis adequados de glicose circulante nesse período otimiza sua absorção e auxilia a reposição e supercompensação do glicogênio muscular (VIEIRA, VIEIRA,2007, LIMA-SILVA et al.,2007); e de fato, a estratégia de suplementação com CHO após o exercício, tem apresentado efeito positivo da recuperação do glicogênio muscular e contribuído para um melhor desempenho (IVY et al.,2002; BERARDI et al.,2006; ALGHANNAM et al.,2016).

Há uma questão importante que nem sempre é valorizada, que é o tipo de suplementos a base de CHO que se deve prescrever. Buscando responder essa pergunta, (CARDOSO, SEABRA, SOUZA, 2017) compararam, a partir de uma revisão da literatura, os efeitos da dextrose (DEX), maltodextrina (MAL) e waxy maize (WM) sobre a glicemia. A DEX é composta por monossacarídeos, a MAL composta por oligossacarídeos e o WM por polissacarídeos, diferindo entre si pelos seus IG. Apesar de possuir um IG inferior a DEX, a MAL, quando hidrolisada apresenta uma absorção superior, de forma que ambos apresentam uma resposta glicêmica similar. O WM apresenta o menor índice glicêmico dos três tipos de CHOs, sendo liberado de forma mais lenta no organismo. É recomendado o uso da DEX ou MAL nos períodos antes, durante e após o treino, já o WM por ser um CHO com hidrólise mais retardada, é indicado para períodos em que se deseje uma liberação gradual de da glicose, como em atividades físicas com maior tempo de duração, a depender da estratégia utilizada pelo atleta, treinador e nutricionista esportivo .

Considerando os resultados relatados, os três tipos de suplementação auxiliam na melhora do desempenho (CARDOSO, SEABRA, SOUZA, 2017). A suplementação com CHO antes e durante o exercício são eficientes porque aumentam a glicemia e retardam o aparecimento da fadiga. No entanto, a suplementação durante o exercício é de maior eficácia, principalmente em exercícios mais longos (acima de 1 h), porque permite a manutenção da glicose durante todo o exercício (quando ingerida a cada

~15 min). A suplementação com CHO após o exercício é primordial para garantir que não haja prejuízos de desempenho na próxima sessão de treino ou competição. São, portanto, três estratégias importantes que podem ser utilizadas de acordo com a necessidade energética do atleta.

3.4.1 Estratégias para aumento da taxa de absorção/oxidação de CHO

Com o intuito de aumentar a ingestão de CHO sem provocar desconforto gástrico, novas estratégias da administração de suplementação com CHO foram sugeridas (JEUKENDRUP, 2010). A proposta é que uma suplementação à base de CHOs que utilizem diferentes transportadores intestinais poderia aumentar a entrega e oxidação dos CHO em relação a utilização de CHO do mesmo tipo, pois esses, em certo ponto, limitariam a oxidação e absorção devido a uma saturação dos transportadores intestinais para aquele tipo de CHO específico. A utilização de CHO de múltiplos transportadores pode aumentar a taxa de oxidação de CHO de 1g/min (considerada como taxa máxima de oxidação) para 1,75g/min, com redução do desconforto gastrointestinal, redução da fadiga e melhor desempenho no exercício (JEUKENDRUP, 2010).

O mesmo grupo de autores publicaram uma revisão intitulada (traduzida) “Ingestão de carboidratos durante o exercício: Efeitos no desempenho, treinamento, adaptações e treinabilidade do intestino”, onde relataram que a utilização de CHO de múltiplos transportadores ao permitir aumento da absorção e taxa de oxidação de CHO, provoca também maior capacidade de adaptação do intestino a um consumo maior de CHO (JEUKENDRUP E MACLAUGHLIN, 2011). Os autores abordam que diferentemente do que se acredita, a capacidade de absorção de glicose pode ser de uma a duas vezes maior que a ingestão diária de glicose. Como as limitações encontradas na oxidação de CHO se dão principalmente pela saturação do transportador SGLT1, quando utilizada a glicose como monossacarídeo principal associada a outros monossacarídeos (frutose, galactose e maltose), essa taxa de oxidação dos CHO tende a aumentar, pelo uso e ativação dos demais transportadores. A combinação maltodextrina ou glicose + frutose é uma das combinações mais palatáveis, que apresenta a maior taxa de oxidação (cerca de 1,5 g/min) e promove a aceleração do esvaziamento gástrico (SOUZA, NAVARRO, 2010; CARDOSO, SEABRA, SOUZA, 2017). Anteriormente, preconizava-se que a ingestão

média de CHOs para permitir efeito no desempenho seria de 40-75g/h (FLYNN et al., 1987; JEUKENDRUP, 2008), e que valores superiores a 75g/h não apresentam diferenças em relação ao intervalo recomendado. Entretanto, ao utilizar múltiplos transportadores de CHO, resultados diferentes foram encontrados: melhoria do desempenho ocorrendo quando ingeridos 60-90 g/h de CHO, superior a faixa indicada pelo guia do ACSM (2006) (JEUKENDRUP, 2008; JEUKENDRUP, 2014).

Ainda assim, sentiu-se a necessidade de criar uma estratégia para “treinar” o intestino dos atletas para que essa alta absorção de CHO seja otimizada, aumentando a taxa de oxidação dos CHO, independente do uso de múltiplos transportadores. Existem indícios de que os transportadores intestinais podem ser regulados através de uma exposição a um alto teor de CHO por um tempo prolongado, cerca de 28 dias. Para verificar a treinabilidade do intestino, 16 indivíduos foram separados em dois grupos, um submetido a uma dieta hiperglicídica e outro grupo submetido a uma dieta normoglicídica, por um período de 28 dias. Os resultados demonstraram que a taxa de oxidação dos CHO foi maior no grupo que consumiu a dieta hiperglicídica, fornecendo evidências de que o intestino pode ser adaptável (JEUKENDRUP, MACLAUGHLIN, 2011). O treinamento intestinal pode ser utilizado como um método eficiente para aumentar a absorção e oxidação dos CHO, permitindo consequentemente um aumento na resistência e desempenho dos atletas, principalmente em exercícios de endurance.

Com base nessas informações, foi elaborado um guia para ingestão de CHOs como suplemento (JEUKENDRUP, 2014). As recomendações foram específicas para o tempo de duração do exercício e voltadas para atletas bem treinados, sendo: 1) 30 a 75 minutos: ingestão inferior a 30g de CHO. Para exercícios com duração inferior a 60 minutos, também é sugerido que se faça uso do enxágue bucal com CHO, em concentração de 6,4%, como será abordado no tópico 4.6 2) uma a duas horas: solução com 30g de CHO por hora 3) duas a três horas: solução com 60g de CHO por hora 4) acima de duas horas: solução com 90g de CHO por hora, composta por mais de um tipo de sacarídeo (utilização de múltiplos transportadores de CHO). Em exercícios mais curtos, essa vantagem da utilização de sacarídeos de múltiplos transportadores não é observada. As estratégias de ingestão de CHOs devem estar associadas a um protocolo de hidratação adequado (JEUKENDRUP, 2014).

Entretanto, há algumas limitações provenientes da suplementação com CHOs. Uma delas é que o indivíduo que se encontra em estado alimentado tem redução na absorção e utilização do CHO ingerido posteriormente, pois ocorreria uma limitação na oxidação do CHO exógeno (JEUKENDRUP et al., 1999). Essa limitação não se deve ao processo de esvaziamento gástrico mas sim ao fato de o intestino estar com o suprimento sanguíneo mesentérico reduzido e com seus receptores de glicose já saturados pela alimentação anterior, ocorrida em até duas horas anteriores ao exercício, resultando em uma redução da absorção de glicose e água (JEUKENDRUP et al., 1999). Todavia, achados diferentes podem ser observados, como em Learsi et al. (2019), no qual o estado alimentado não causou interferência no efeito ergogênico da suplementação com CHO ou na taxa de oxidação do CHO exógeno.

O uso crônico da suplementação de bebidas carboidratadas também pode causar inibição das adaptações aeróbias, através do bloqueio da expressão de genes atuantes, reduzindo o efeito do treinamento. De forma aguda, a ingestão de CHO pode ativar a proteína quinase ativada por monofosfato de adenosina (AMPK), responsável pela translocação do transportador de glicose GLUT-4; mas a longo prazo, esse processo pode reduzir a atividade de enzimas mitocondriais, fator essencial na adaptação ao exercício aeróbio. Além disso, a ingestão de CHO, altera o metabolismo lipídico durante o exercício, reduzindo a lipólise e concentração de ácidos graxos no plasma, e para que ocorra adaptação ao exercício aeróbio deveria ocorrer o processo inverso, que seria aumento no transporte e oxidação dos ácidos graxos (JEUKENDRUP et al., 2017). Dessa forma, prevenindo o uso aleatório de CHO, guidelines atuais como Jeukendrup (2014) e ACSM (2006), sugerem que em exercícios abaixo de 45 minutos de duração, a ingestão de CHO exógeno não seja realizada, já que o conteúdo de glicogênio muscular já seria suficiente. Nesses casos, o consumo de CHO exógeno pode não ter efeito no desempenho, além de ser prejudicial a longo prazo.

As estratégias para aumento das taxas de absorção e oxidação de CHO são uma importante descoberta, porque permitem ao nutricionista uma janela maior de utilização de CHO. É uma estratégia eficaz, versátil por poder ser utilizada nos três momentos do exercício (antes, durante e após), que apresenta variadas formas de apresentação e IG, sendo utilizada de forma isolada ou preferencialmente associada as outras estratégias, como a dieta hiperglicídica e o enxágue bucal com CHOs.

Recomendamos o uso dessas estratégias de acordo com as recomendações descritas, e reiteramos que o uso indiscriminado deve ser estritamente evitado, devido aos possíveis efeitos adversos como o desconforto gastrointestinal e a inibição das adaptações aeróbias.

Tabela 4 - Suplementação com CHO e desempenho físico (Continua)

Referência	Amostra	Protocolo de exercício	Momento da ingestão	Protocolo de suplementação	Estado nutricional	Desempenho
Ivy et al.,(2002)	7 ciclistas (SM)	2h CEG 60-75% VO ₂ máx+ 15 sprints de 1 min	10 min e 2h após o exercício	CHO – P (80g CHO) vs HCHO (108g CHO) vs LCHO (80g CHO)	Jejum noturno	Todos as formas foram eficientes para a ressíntese de glicogênio muscular, sendo mais rápida na condição CHO-P
Berardi et al.,(2006)	6 ciclistas (SM)	60 min CEG 70% VO ₂ máx	10,60 e 120 min após o exercício	CHO-P (66% CHO), vs CHO (100% CHO), vs PLA + refeição sólida após 4h	Não especificado	Todos as formas foram eficientes para a ressíntese de glicogênio muscular, em comparação ao PLA, sendo mais rápida na condição CHO-P
Campbell et al.,(2008)	16 ciclistas e triatletas (SM)	80 min,CEG 70% VO ₂ máx + 10 Km TCR	15 min antes, a cada 20 min e 15 min após o exercício	0,6g/kg/h CHO alto IG, bebida, gel vs água	Não especificado	Todos as formas de apresentação de CHOs reduziram o tempo do TCR em relação a água.
Pritchett et al., (2008)	10 ciclistas e triatletas (SM)	18 testes de Wingate modificados	15 e 60 min antes do exercício	Barra nutricional baixo IG (20g CHO) + 400 ml água	8 h de jejum	Sem diferença no desempenho

Tabela 4 - Suplementação com CHO e desempenho físico (Continua)

Referência	Amostra	Protocolo de exercício	Momento da ingestão	Protocolo de suplementação	Estado nutricional	Desempenho
Pereira et al., (2012)	12 FA (SM)	90 min, CEG 55-60% VO ₂ máx + 6 km sprint	Início, cada 20 min, final	0.7 g/kg/h bebida, gel e barra vs água	10-12 h de jejum	Todas melhoraram em relação a água
Alves et al., (2012)	9 nadadores (SM)	12 min teste de natação adaptado	20 min antes do teste	Gel (32g) diluído em 250 ml de água vs PLA	8 h de jejum	Aumento da glicose sanguínea, mas sem diferença de desempenho em relação ao PLA.
Azevedo et al., (2015)	20 corredores (SM)	5 km EEG	15 min antes do teste	Solução isotônica OU barra de cereal + banana vs jejum	8 h de jejum	Todas as formas de apresentação de CHO melhoraram o desempenho igualmente em relação ao jejum
Alghannam et al., (2016)	9 FA (SM+SF)	2 corridas, EEG até a exaustão 70% VO ₂ máx, com intervalo de 4h entre as corridas	A cada 30 min no intervalo de 4h	LCHO (0,3g/kh/h CHO) vs HCHO (1,2g/kg/h-CHO)	10h jejum noturno	A ingestão do CHO acelerou a ressíntese do glicogênio muscular e aumentou o tempo até a exaustão da 2 ^a corrida
Gonçalves,Guerra, Pelegrini (2017)	7 ciclistas (SM)	80 min ciclismo indoor	10 min antes, cada 25 min	0,7 g/kg CHO vs PLA	Não especificado	Sem diferença no desempenho

Tabela 4 - Suplementação com CHO e desempenho físico (Conclusão)

Referência	Amostra	Protocolo de exercício	Momento da ingestão	Protocolo de suplementação	Estado nutricional	Desempenho
Harper et al.,(2017)	15 jogadores de futebol (SM)	Simulação modificada de treino de futebol 90 min	15 min antes do primeiro e do segundo tempo de treino	12% CHO vs PLA vs Água	8h de jejum noturno	Aumento da glicose sanguínea e aumento da velocidade do drible em relação ao PLA e água
Amorin, Teles, Junior (2018)	25 praticantes basquete (SM)	Treino de basquete 60 min	Antes e na metade do treino	1g/kg CHO (10%) vs PLA	Não especificado	Sem diferença no desempenho
Junior et al., (2019)	6 atletas de corrida (SM)	30 min CC, EEG até exaustão + 10 min TCR	Durante o teste CC, a cada 5 min	1g/kg CHO (10%) vs PLA	Não especificado	Aumento no VO ₂ máx Redução da FC
Learsi et al., (2019)	9 FA (SM)	105 min CC + TCR 10 km CEG	Início, cada 15 min, 5km	2 ml/kg CHO (8%) vs PLA	15 h jejum noturno x pós-prandial (3 h)	Menor tempo no TCR Redução da PSE
Santos-Pinto et al., (2019)	8 FA (SM)	70% 1RM até exaustão	6 min antes do teste	CHO (10%) vs PLA	Não especificado	Maior número de repetições

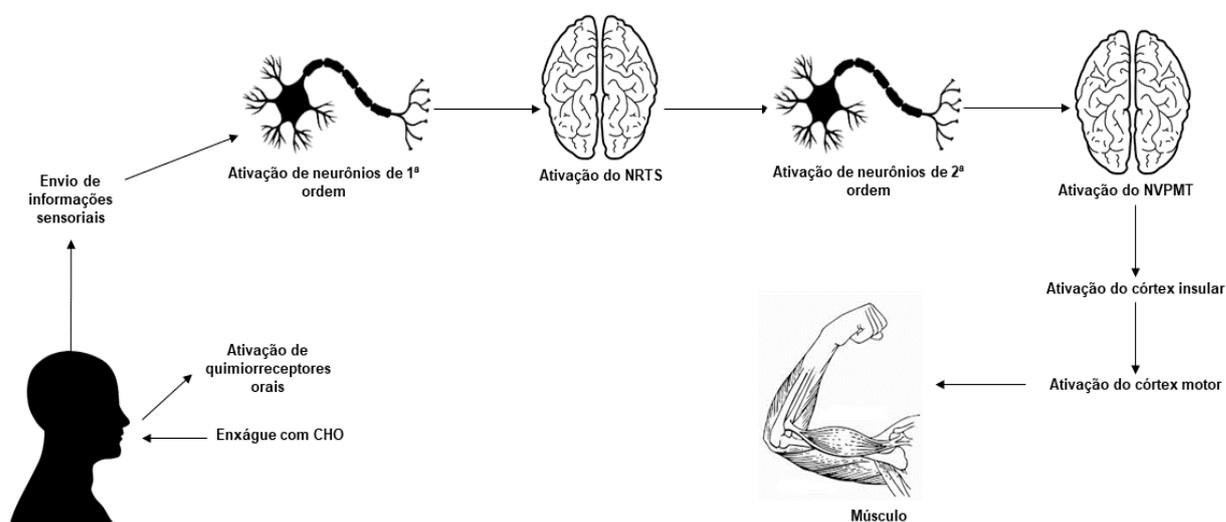
Fonte: Autoria própria

Legenda: FA: fisicamente ativos; SM: sexo masculino; SF: sexo feminino; CHO: carboidrato; PLA: placebo; IG: índice glicêmico; VET: valor energético total ;FAST: estado alimentado; FED: estado de jejum; CHO -P: carboidrato + proteína; CHOL: carboidrato+lipídio; HCHO: alto carboidrato; LCHO: baixo carboidrato : h: hora; min: minuto; CEG: cicloergômetro; EEG: esteira ergométrica; CC: carga constante; TCR: teste contrarrelógio.

3.5 ENXÁGUE BUCAL COM CHOs

A estratégia de enxágue bucal com CHO consiste em estimular um grupo de receptores orais apenas por meio da presença de CHO na boca, sem a ingestão. É utilizado principalmente em provas com duração até 60 min, pois nesse período o indivíduo possui um estoque adequado de glicogênio muscular e a ingestão de CHO exógeno poderia ser ineficaz (ANATARAMAN et al., 1995). O provável mecanismo de ação seria a ativação de receptores que ocorre com a presença de CHO na cavidade oral: 1) ativação de quimiorreceptores presentes na cavidade oral, 2) transmissão de informação para o sistema nervoso central e excitação dos neurônios de primeira ordem da parte rostral do núcleo do trato solitário, 3) estímulo dos neurônios de segunda ordem da parte rostral do núcleo do trato solitário, 4) estímulo do núcleo ventral posterior medial do tálamo, 5) ativação principal do córtex insular, 6) ativação do córtex motor aumentando a potência do exercício para uma mesma PSE (Figura 5 - Mecanismo de ação do enxágue bucal com CHO) (BORTOLLI et al., 2011).

Figura 5 - Mecanismo de ação do enxágue bucal com CHO



Fonte: Autoria própria

Legenda: NRTS= Núcleo Rostral do Trato Solitário, NVPMT = Núcleo Ventral Posterior Medial do Tálamo.

O estudo pioneiro sobre essa temática foi o de Carter et al. (2004), que submetem os indivíduos a um exercício em cicloergômetro a 75% $W_{máx}$ por uma hora após quatro horas de jejum. Uma infusão de glicose no sangue (60 glhj^{-1}) foi comparada ao enxágue bucal de uma solução 25 mL de CHO (6,4% de maltodextrina) sobre o desempenho. Foi concluído que a infusão e o enxágue bucal com CHO resultaram em desempenhos similares, despertando o interesse pelo enxágue bucal com CHO. O estudo de Carter et al. (2004) levantou a hipótese de uma ação ergogênica dos CHO mediada via oral pelo sistema nervoso central, incentivando a realização de novos estudos.

Chambers e colaboradores (2009) investigaram os efeitos do CHO na cavidade oral em relação a atividade cerebral. Por meio de uma ressonância magnética funcional, oito ciclistas treinados foram avaliados, após jejum noturno ou após seis horas da última refeição, durante um teste contrarrelógio de 29 kJ (equivalente a uma hora) em um cicloergômetro, utilizando uma solução com CHO a 6,4% ou PLA. Houve um aumento da potência e menor tempo para completar o teste contrarrelógio na condição enxágue bucal com CHO comparado ao PLA. Também foi observado a partir de neuroimagens que regiões específicas do cérebro (áreas da ínsula, operculum frontal, córtex cingulado anterior, córtex orbitofrontal e estriado) eram ativadas após o enxágue bucal tanto com glicose ou com maltodextrina. Essas regiões são relacionadas com a recompensa e com o controle motor, justificando o melhor desempenho alcançado. É importante ressaltar que essas regiões não foram ativadas por soluções preparadas com sacarina, sugerindo que exista uma classe de receptores orais de CHO que não dependem da doçura para serem ativados.

Pottier e colaboradores, (2010) realizaram um estudo com condições similares às de Carter et al. (2004), em um teste de ciclismo contrarrelógio à 75% do VO_2 máximo. Os autores concluíram que houve um melhor desempenho na condição enxágue bucal, sugerindo uma relação entre os receptores de CHO na cavidade oral e o sistema nervoso central. Ataíde-Silva et al., (2016) avaliaram a melhora da resposta neuromuscular com enxágue bucal de CHO em condições de estoques reduzidos de CHO (30 min de ciclismo à 90% da $W_{máx}$ + 20 km de teste contrarrelógio), concluindo que o enxágue bucal com CHO atenuou a redução de desempenho observada nas situações de baixos estoques de glicogênio muscular e hepático. Bastos-Silva et al., (2016) investigaram a influência do enxágue bucal com

CHO na atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral e reto femural e sua interferência no tempo de exaustão em exercícios de intensidade moderada e de alta intensidade no cicloergômetro (exercício moderado= 80% do ponto de compensação respiratória e exercício intenso= 110% do pico de potência). Foi observado que o enxágue bucal com CHO manteve a atividade eletromiográfica e levou ao aumento do tempo até a exaustão no exercício de ciclismo moderado, mas não no exercício de ciclismo de alta intensidade, segundo os autores, no exercício de alta intensidade o recrutamento motor se aproxima do máximo, minimizando o efeito de ação motora do enxágue bucal com CHOs, sendo a possível causa dos achados. Todos os estudos citados anteriormente utilizaram o ciclismo estacionário como meio para avaliar o desempenho.

Os efeitos do enxágue com CHO também têm sido avaliados na corrida (ROLLO et al. 2008, 2010, 2011). Foi observado aumento na velocidade auto selecionada durante os primeiros cinco minutos do exercício (30 min de teste progressivo em esteira ergométrica), sugerindo um aumento do prazer da tarefa no início do esforço (ROLLO et al., 2008), aumento na distância percorrida em um teste de duração fixa (1h de teste progressivo em esteira ergométrica) (ROLLO et al., 2010) e aumento no tempo até a exaustão (1h de teste progressivo em esteira ergométrica) quando a ingestão de CHO foi associado ao enxágue bucal com CHO em comparação às duas condições isoladas (ROLLO et al., 2011). Em 2015, o grupo de Rollo retomou as investigações e como principal achado, concluíram que o enxágue bucal com CHO foi relacionado com um aumento da velocidade de corrida (90 min do protocolo LIST) (ROLLO et al., 2015). Assim como observado no ciclismo (ATAÍDE-SILVA et al., 2016), mesmo após um período de jejum de 12h, o enxágue com CHO parece ser eficiente para sustentar a atividade muscular também na corrida (corrida em esteira ergométrica até a exaustão) (BATAINEH et al. 2018). O enxágue bucal também se mostrou eficiente em melhorar o desempenho de corredores em condição de desidratação (corrida em esteira ergométrica à 70% do VO_2 máximo até a exaustão), alterando a percepção cerebral com a presença do CHO, através do uso de uma escala para a percepção de sede (VAS: visual analógica linear), sendo menor na presença de CHO na cavidade oral (KAMARUDDIN et al., 2019). Em contrapartida, Rossato et al. (2019) não verificaram efeitos positivos do enxágue bucal com CHO em um protocolo de corrida até a exaustão à 100% do $VO_{2máx}$. O tempo até a exaustão

foi semelhante entre os grupos CHO x PLA. Os autores apontaram como limitação a menor sensibilidade do teste em relação ao teste contrarrelógio e a ausência de um grupo controle.

O enxágue com CHO também apresentou efeitos positivos no exercício resistido de flexão isométrica do cotovelo até a exaustão, pois aumentou a excitabilidade da via corticomotora no SNC, sendo os resultados mais expressivos quando atingido o estado de exaustão (GANT, STINEAR, BYBLOW, 2010). Essa estratégia também tem sido estudada em esportes coletivos como futebol e rúgbi (DORLING E ERNEST, 2013; PŘIBYSLAVSKÁ et al., 2015). Os protocolos para determinação do desempenho foram o LIST (DORLING e ERNEST, 2013) e um circuito de exercícios como sprints e saltos executados no menor tempo possível (PŘIBYSLAVSKÁ et al., 2015), ambos com característica intermitente, assim como os esportes avaliados. Após o enxágue com CHO (6,4%, por 5s e 6% por 10-15 s, respectivamente), os autores concluíram que não houve melhorias de desempenho. Entretanto, ambos apontam limitações metodológicas similares que podem ter contribuído para os resultados encontrados. Dorling e Ernest (2013) sugerem que o método adotado causou estado de fadiga entre os participantes e que essa condição durante atividades intensas pode anular o efeito ergogênico do enxágue bucal com CHOs, evidenciando limitações quanto ao protocolo experimental escolhido. Přibyslavská et al., (2015), sugeriram que o tempo de duração das atividades foi superior ao esperado, podendo ter comprometido dos resultados.

Apesar de ser uma das estratégias mais recentes do uso do CHO como recurso ergogênico, o enxágue com CHO tem se mostrado eficaz para os exercícios de endurance, intermitente e resistido. A bebida carboidratada com concentração entre 6 e 6,4% deve permanecer por 10 s na cavidade oral imediatamente antes e a cada 15 min do exercício. É uma estratégia interessante para indivíduos que apresentam desconforto gástrico ao ingerir CHO ou para exercícios mais curtos (até 1 h), em que a ingestão de uma suplementação não seria necessária. O glicogênio muscular (já estocado via alimentação) associado ao enxágue com CHO permitem que as vias fisiológica e central sejam otimizadas, melhorando o desempenho. Dessa forma, recomendamos que seja utilizada durante exercícios inferiores a 60 minutos e com intensidade leve a moderada.

Tabela 5 - Enxágue bucal com CHO e desempenho físico (Continua)

Referência	Amostra	Protocolo de exercício	Protocolo de enxágue	Momento do enxágue	Estado nutricional	Desempenho
Carter et al., (2004)	9 ciclistas(7 SM + 2 SF)	CEG 75% Wmáx TCR 1h	CHO 6,4% x PLA	A cada 12,5% do TCR	4h de jejum	Menor tempo
Rollo et al., (2008)	10 corredores recreativos (SM)	30 min de teste progressivo EEG	CHO 6% x PLA	5 s antes, cada 5 min	13-15 h jejum noturno	Maior distância total percorrida
Chambers et al., (2009)	8 ciclistas treinados	CEG 75% Wmáx TCR 1h	CHO 6,4% x PLA	Cada 12,5%	6h de jejum	Maior potência Menor tempo TCR
Gant ,Stinear, Byblow, 2010, (2010)	17 FA (SNE)	Exercício isométrico - flexão cotovelo	CHO (0,4g/kg) x PLA	Imediatamente antes	Jejum noturno/10h	Maior amplitude do potencial motor evocado em 9%
Pottier et al., (2010)	20 triatletas treinados (SNE)	CEG 75% Wmáx TCR-1h	CHO 6% x PLA	Cada 12,5%	Não especificado	Menor tempo
Rollo et al., (2010)	10 FA (SM)	1 h EEG	CHO 6,4% x PLA	Cada 15 min	13–15 h jejum noturno	Maior distância total percorrida
Rollo et al., (2011)	10 FA (SM)	1 h EEG	CHO 6,4% x PLA	Cada 15 min	14–15 h jejum noturno	Maior distância total percorrida
Dorling et al., (2013)	8 FA (SM)	Testes RSA e LIST	CHO 6,4% x PLA	30 s antes, cada 20 m	Jejum noturno	Sem diferença no desempenho
Přibyslavská et al., (2015)	11 jogadoras de futebol (SF)	TCR	CHO 6% x PLA	5 min antes cada 1,5 min	Jejum noturno	Sem diferença no desempenho
Rollo et al., (2015)	11 jogadores de futebol (SM)	LIST	CHO 10% x PLA	2ª etapa de 20m (bloco 6)	3h de jejum	Maior velocidade de corrida

Tabela 5 - Enxágue bucal com CHO e desempenho físico (Conclusão)

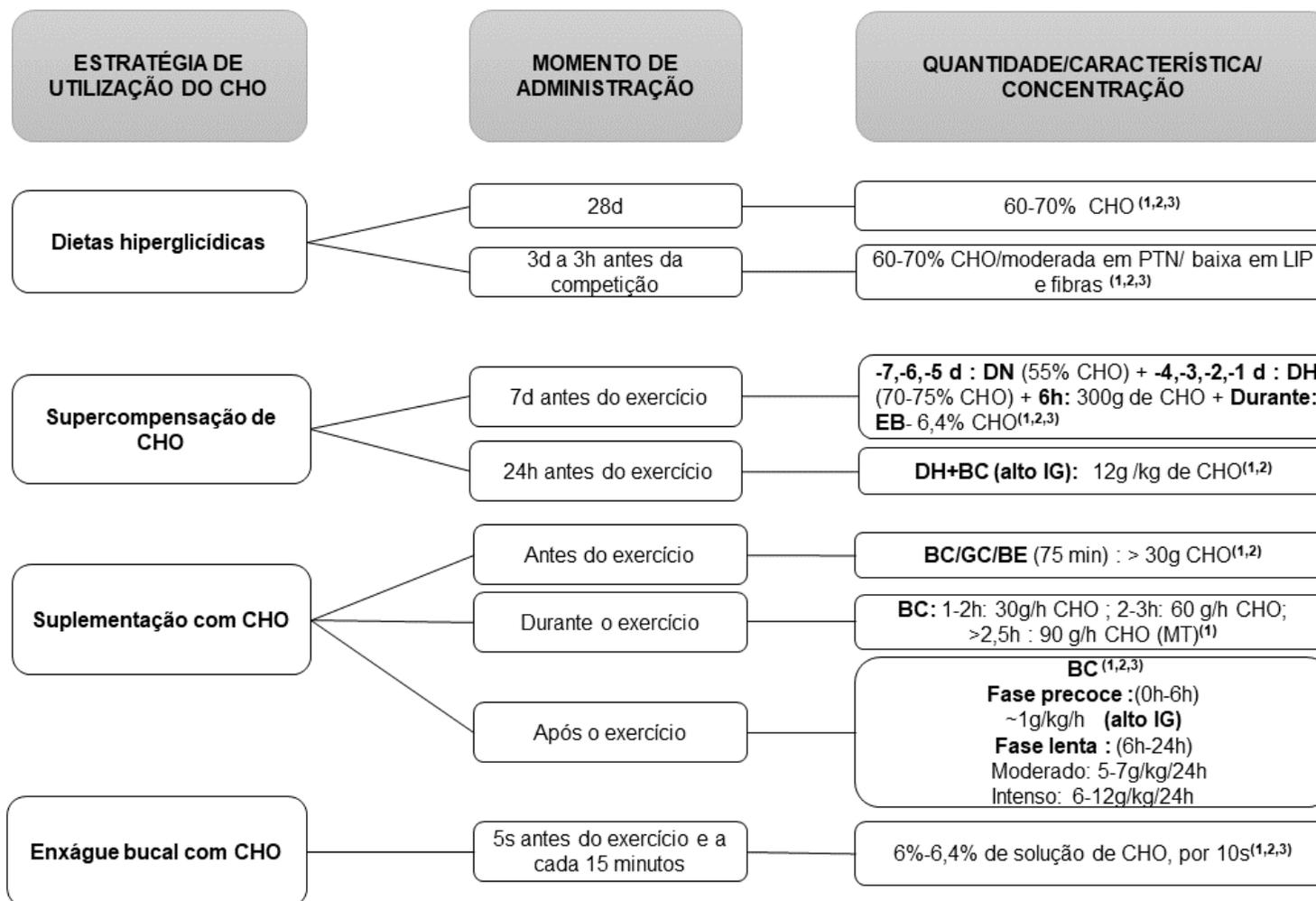
Referência	Amostra	Protocolo de exercício	Protocolo de enxágue	Momento do enxágue	Estado nutricional	Desempenho
Ataíde-Silva et al., (2016)	8 FA (SM)	30 min CEG 90% Wmáx + 20 km TCR	CHO 6,4% x PLA	5, 15 e 25 min	12h de jejum	Menor tempo na condição depleção
Bastos-Silva et al., (2016)	13 FA (SM)	CEG 80% do ponto de compensação respiratória e 110% da potência de pico	CHO 6,4% x PLA	Cada 15 min	2h de jejum	Maior tempo até a exaustão (intensidade moderada)
Bataineh et al., (2018)	18 atletas (SM)	EEG até a exaustão	CHO 7,5% x PLA	5 min antes	Ramadã 29 a 30 d	Maior velocidade máxima
Kamaruddin et al., (2019)	12 corredores (SM)	EEG até a exaustão (70% VO ₂ máx)	CHO 6% (HxD) X PLA (HxD)	Cada 15 min	8h de jejum	Aumento da resistência
Rossato et al., (2019)	10 FA (SM)	EEG até a exaustão (100% VO ₂ máx)	CHO 6% x PLA	Imediatamente antes do início do teste	8h de jejum	Sem diferença no desempenho

Fonte: Autoria Própria

Legenda: FA: fisicamente ativo; SM: sexo masculino; SF: sexo feminino; SNE: sexo não especificado; EEG: esteira ergométrica; CEG: cicloergômetro; CHO: carboidrato; PLA: placebo; RSA: Repeated Sprint Ability; LIST: Loughborough Intermittent Shuttle Test; H: hidratado, D: desidratado d: dias; h: horas; min: minutos; s: segundos; m: metros.

3.6 RECOMENDAÇÕES RECENTES

Figura 6 – Recomendações recentes para utilização de CHO como recurso ergogênico.



Legenda:

- **1:** indicado para exercícios de endurance
- **2:** indicado para exercícios intermitentes
- **3:** indicados para exercícios resistidos
- **CHO:** carboidratos
- **PTN:** proteínas
- **LIP:** lipídios
- **DN:** dieta normoglicídica
- **DH:** dieta hiperglicídica
- **IG:** índice glicêmico
- **BC:** bebidas carboidratadas
- **GC:** gel de carboidrato
- **BE:** barra energética
- **EB:** enxágue bucal
- **MT:** múltiplos transportadores
- **d:** dias
- **h:** horas
- **min:** minutos
- **s:** segundos

Fonte: Aatoria Própria.

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados descritos no presente estudo, o uso de CHO como recurso ergogênico é eficiente tanto para melhorar o desempenho em exercício de endurance, como intermitente e de resistência. É recomendado: 1) uso da dieta hiperglicídica (60-70% do VET) entre sete dias a 24 horas (12g CHO/kg/dia) antes da competição, para aumentar as reservas de glicogênio muscular, 2) adotar protocolo atual de supercompensação de CHO, principalmente para atletas de endurance, visando maximizar o aumento do conteúdo de glicogênio muscular; podendo ser substituído pela ingestão da dieta hiperglicídica associada a manutenção da rotina de treino do atleta ou praticante de exercício físico apresentando resultados similares, 3) suplementar com CHO (8%), antes, durante ou após o esforço em exercícios de longa duração (acima de 1 h), seja de endurance, intermitente ou resistido com o objetivo de manter os níveis de glicose sanguínea, aumentar a oxidação da CHO e restaurar os estoques de glicogênio muscular; 4) uso do enxágue bucal com CHO (6-6,4%) por 10s, podendo ser realizado imediatamente antes e durante (cada 15 min) exercícios de curta duração (até 60 min), podendo ser utilizado para exercícios de endurance, intermitente e resistido, objetivando a redução/atenuação da PSE e maior recrutamento muscular. Dessa forma é necessário adequar a estratégia de utilização de CHOs, ou utilizá-las de forma combinada, de acordo com o objetivo e necessidade individuais.

REFERÊNCIAS

AHLBORG, B. *et al.* Muscle Glycogen and Muscle Electrolytes during Prolonged Physical Exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 70, n. 2, p. 129-142, 1967.

ALGHANNAM A.F., *et al.* Impact of muscle glycogen availability on the capacity for repeated exercise in man. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, n.48, v.1,p.123-131,2016.

ALVES, J. P *et al.* Efeito da suplementação de Carboidrato em gel sobre o desempenho físico e a resposta glicêmica em testes de natação de 12 minutos. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 11. n.1, p. 27-29, 2012.

American College of Sports Medicine (ACSM). ACSM's **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. Ed. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, 7ª Ed.,2006.

American College of Sports Medicine-ACSM. Position of American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**. v. 116. p.501-528, 2006.

AMORIN J.F.G.; TELES D.S.; JÚNIOR J.R.G. Suplementação de carboidratos durante o treinamento de basquete. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 69, n.12, p. 60-67, 2018.

ANATARAMAN, R. *et al.* Effects of carbohydrate supplementation on performance during 1 hour of high intensity exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 16; n. 7; p. 461- 465, 1995.

ATAIDE-SILVA, T. *et al.* CHO Mouth Rinse Ameliorates Neuromuscular Response with Lower Endogenous CHO Stores. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 9, p. 1810-1820, 2016.

AZEVEDO, F.H.R *et al.* Efeitos da ingestão de carboidratos sobre a resposta glicêmica em corredores de rua na distância de 5 km. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. v. 9., n. 49, p.53-59, 2015.

BASTOS-SILVA, V. *et al.* Carbohydrate Mouth Rinse Maintains Muscle Electromyographic Activity and Increases Time to Exhaustion during Moderate but not High-Intensity Cycling Exercise. **Nutrients**, v. 8, n. 3, p. 49, 2016.

BATAINEH, M. *et al.* Impact of carbohydrate mouth rinsing on time to exhaustion during Ramadan: A randomized controlled trial in Jordanian men. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 3, p. 357-366, 2018.

BERARDI J.M., *et al.* Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.38,n.6,p.1106-1113, 2006.

BERGSTRÖM, J. *et al.* Diet, Muscle Glycogen and Physical Performance. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 71, n. 2-3, p. 140-150, 1967.

BERTUZZI, R. C. M.; BRUM, P. C.; ALVES, C. R. R.; LIMA-SILVA, A. E. **Aptidão aeróbia: desempenho esportivo, saúde e nutrição**, 2017.

BIESEK, S.; ALVES, L.A.; GUERRA, I. **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte**. Ed. Manole, 1ª Ed. ,2005.

BORTOLOTTI, H. *et al.* Enxágue bucal com carboidrato: recurso ergogênico capaz de otimizar o desempenho físico. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 2, 2011.

BRASIL. Conselho Federal de Nutricionistas. Resolução CFN N° 390/2006. **Regulamentação a prescrição dietética de suplementos nutricionais pelo nutricionista e dá outras providências**. Brasília, 2006.

BURKE L.M., VAN LOON L.J.C., HAWLEY J.A. Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans. **Journal of Applied Physiology**, v.122, n.5, p.1055-1067, 2017.

BURKE, L.; READ, R. Dietary Supplements in Sport. **Sports Medicine**, v. 15, n. 1, p. 43-65,1993.

BURKE, L.M. *et al.* Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. **The Journal of Physiology**, v. 595, n.9, p. 2785-2807, 2017.

CAMPBELL C., *et al.* Carbohydrate-supplement form and exercise performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, n.18, p.179–190, 2008.

CANDIDO, R.F. *et al.* Dieta elevada em carboidratos complexos minimiza necessidade de suplementação durante jogo-treino de rúgbi: foco no sistema imune. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Porto Alegre, v. 39, n. 1, p. 85-90, 2017.

CARDOSO, M.; SOUZA, T.T.P.; SEABRA, E.B. Dextrose, Maltodextrina e Waxy Maize: principais diferenças na composição, mecanismo de ação e recomendações para o desempenho esportivo. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 33, p. 101-109, 2017.

CARTER, J. *et al.* The Effect of Glucose Infusion on Glucose Kinetics during a 1-h Time Trial. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 9, p. 1543-1550, 2004.

CERMAK, N.M.; VAN LOON, L.J.C. O uso de carboidratos durante o exercício como auxílio ergogênico. **Sports Medicine**, v. 43, n.11, p.1139-1155, 2013.

CHAMBERS, E.; BRIDGE, M.; JONES, D. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. **The Journal of Physiology**, v. 587, n. 8, p. 1779-1794, 2009.

CHRISTENSEN, E.; HOHWÜHANSEN, OVE. V. Respiratorischer Quotient und O₂-Aufnahme. **Skandinavisches Archives Für Physiologie**, v. 81, n. 1, p. 180-189, 1939.

COSTA, G. T. *et al.* Overcompensation carbohydrates in functional assessment in athletes sprinters State University of Ceará. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 13, n. 78, p. 167-173, 2019.

CURRELL K.; CONWAY S.; JEUKENDRUP A.E. Carbohydrate ingestion improves performance of a new reliable test of soccer performance. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v.19, p.34-46, 2009.

CURRELL, K.; JEUKENDRUP, A.E. Validity, reliability, and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Medicine**, Auckland, v.38, n.4, p.297-316, 2008.

DA SILVA; A. L.; MIRANDA, G. D. F.; LIBERALI, R. A influência dos carboidratos antes, durante e após-treinos de alta intensidade. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 2, n. 10, 2012.

DAVISON, G.W. *et al.* The Effects of Ingesting a Carbohydrate-Electrolyte Beverage 15 Minutes Prior to High-Intensity Exercise Performance. **Research in Sports Medicine**, v. 16, n. 3, p. 155-166, 2008.

FAIRCHILD, T. J. *et al.* Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal-intensity exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.34, n.6, p.980–986,2002.

FERREIRA, A.M.D, RIBEIRO B. G, SOARES E. A. Consumo de CHO e lipídios no desempenho em exercícios de ultra-resistência. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, v. 7, p. 67-74, 2001.

FLYNN, M.G. *et al.* Influence of selected carbohydrate drinks on cycling performance and glycogen use. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 19, p. 37,1987.

FONTAN, J.; AMADIO, M. O uso do carboidrato antes da atividade física como recurso ergogênico: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 153-157, 2015.

FOSKETT, A. *et al.* Carbohydrate availability and muscle energy during intermittent running. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 1, p. 96-103, 2008.

FOSTER, C. COSTILL, D.L., FINK, W.J. Effects of preexercise feedings on endurance performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 11, n.1, p.1-5, 1979.

GANT, N. *et al.* Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output. **Brain Research**. v. 1350, p.151–158,2010.

GONÇALVES, A.C.; GUERRAO, C.J.C.M.; Pelegrini, R.M. Efeito da ingestão de carboidrato sobre o desempenho físico durante treino de ciclismo indoor. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 11, n. 62, p.185-19, 2017.

GORDON, B. *et al.* Sugar content of the blood in runners following a marathon race. **Journal of the American Medical Association**, v. 85, n. 7, p. 508, 1925.

GUERRA, I.; BIESEK, S.; ALVES L. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte – 3ª ed. São Paulo: Manole, 2015.

HARPER L.D. *et al.* The influence of a 12% carbohydrate-electrolyte beverage on self-paced soccer-specific exercise performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, n. 20,v.12,p.1123-1129, 2017.

HERMANSEN, L.; HULTMAN, ERICSALTIN, B. Muscle Glycogen during Prolonged Severe Exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 71, n. 2-3, p. 129-139, 1967.

IVY J.L., *et al.* Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **Journal of Applied Physiology**, v.93,n.4, p.1337-1344, 2002.

JEUKENDRUP A.E. Carbohydrate feeding during exercise. **European Journal of Sport Science**, v .8, n. 2, p.77-86, 2008.

JEUKENDRUP A.E. Periodized Nutrition for Athletes. **Sports Medicine**, v. 47, n. 1, p.51-63, 2017.

JEUKENDRUP A.E.; MCLAUGHLIN J. Carbohydrate ingestion during exercise: effects on performance, training adaptations and trainability of the gut. **Nestle Nutrition Institute Workshop Series**, v. 69, p. 1-17, 2011.

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

JEUKENDRUP, A.E. Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 13, n. 4, p. 452-457, 2010.

JEUKENDRUP, A.E. *et al.* Carbohydrate ingestion can completely suppress endogenous glucose production during exercise. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 276, n. 4, p. 672- 683, 1999.

JEUKENDRUP, A.E.; KILLER, S. The Myths Surrounding Pre-Exercise Carbohydrate Feeding. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 57, n.2, p. 18-25, 2010.

JUNIOR S. *et al.* Efeito da suplementação com carboidrato no desempenho de corredores. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.13, n.77, p.123-130, 2019.

KAMARUDDIN H.K *et al.* A potência ergogênica do enxaguatório bucal com carboidratos no desempenho em corrida de endurance de atletas desidratados. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n.8, p.1711-1723, 2019.

KINGSLEY M. *et al.* Efeitos de estratégias de hidratação de carboidratos no metabolismo da glicose, desempenho de sprint e hidratação durante uma simulação de partida de futebol em jogadores recreativos. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, p. 239-243, 2014.

KOIVISTO, V.; KARONEN, S.; NIKKILA, E. Carbohydrate ingestion before exercise: comparison of glucose, fructose, and sweet placebo. **Journal of Applied Physiology**, v. 51, n. 4, p. 783-787, 1981.

KROGH, A.; LINDHARD, J. The Relative Value of Fat and Carbohydrate as Sources of Muscular Energy. **Biochemical Journal**, v. 14, n. 3-4, p. 290-363, 1920.

LEARSI S.K.; GHIARONE T.; SILVA-CAVALCANTE M.D. *et al.* Cycling time trial performance is improved by carbohydrate ingestion during exercise regardless of a fed or fasted state. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 290, p.651–662, 2019.

LEVINE, S.; GORDON, B.; DERICK, C. Some changes in the chemical constituents of the blood following a marathon race. **Journal of the American Medical Association**, v. 82, n. 22, p. 1778, 1924.

LIMA-SILVA, A. E. *et al.* Metabolismo do glicogênio muscular durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Revista de Nutrição, Campinas**, v. 20, n. 4, p.417-429, 2007.

LIMA-SILVA, A. E. *et al.* Uma dieta pobre em carboidratos afeta a cinética de captação de oxigênio e a classificação do esforço percebido em exercícios de alta intensidade. **Psychophysiology**, v. 48, n. 2, p. 277–284, 2011.

LIMA-SILVA, A.E. *et al.* Effect of carbohydrate availability on time to exhaustion in exercise performed at two different intensities. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, p. 404-412, 2009

LITTLE, J. P. *et al.* Effect of low- and high-glycemic-index meals on metabolism and performance during high-intensity, intermittent exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 20, n. 6, p. 447-56, 2010.

MALHEIROS, S. V. P. Integração metabólica nos períodos pós-prandial e de jejum: um resumo. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**. n.1, 2006.

MAMUS, R.; SANTOS, M. G. Efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos após uma competição simulada de Short Duathlon Terrestre. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 6, n. 1, p. 29-37, 2006.

MATSUURA, C.; MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. **Revista de Nutrição de Campinas**, v. 19, n. 6, p. 729-740, 2006.

MCGLORY, C., JAMES P. The Effects of Postexercise Consumption of High-Molecular- Weight Versus Low-Molecular-Weight Carbohydrate Solutions on Subsequent High-Intensity Interval-Running Capacity. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 20, n. 5, p. 361-369, 2010.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. Ed. Freeman and Company, 4^a.Ed., New York ,2005

O'NEAL *et al.* Post-prandial carbohydrate ingestion during 1-h of moderate-intensity, intermittent cycling does not improve mood, perceived exertion, or subsequent power output in recreationally active exercisers. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, n. 1, p. 4, 2013.

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**, v. 8, n.47, 2014.

PEREIRA, L.G. *et al.* Diferentes formas de suplementos de carboidrato durante o exercício: Impactos metabólicos e no desempenho. **Motricidade**, v. 8, n. 2, p. 167-176, 2012.

PFEIFFER, B. *et al.* Oxidation of Solid versus Liquid CHO Sources during Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 11, p. 2030-2037, 2010.

POTTIER, A. *et al.* Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 20, n. 1, p. 105-111, 2010.

PŘIBYSLAVSKÁ, V. *et al.* Influence of carbohydrate mouth rinsing on running and jumping performance during early morning soccer scrimmaging. **European Journal of Sport Science**, v.16, n. 4, p. 441–447, 2015.

PRITCHETT K. , *et al.* Effects of timing of pre-exercise nutrient intake on glucose responses and intermittent cycling performance. **South African Sports Medicine**, v.3,p.86–90,2008.

RODRIGUEZ R.N.; DIMARCO N.M; LANGEY S. Posicion of the American Dietetic Association, Dietitians of Canadá, and the American College of Sports e Medicine: Nutrition and athletic performance. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, n.3, p. 509-527,2009.

ROLLO, I. *et al.* Influence of Mouth Rinsing a Carbohydrate Solution on 1-h Running Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 4, p. 798-804, 2010.

ROLLO, I. *et al.* The Influence of Carbohydrate Mouth Rinse on Self-Selected Intermittent Running Performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 6, p. 550-558, 2015.

ROLLO, I. *et al.* The Influence of Carbohydrate Mouth Rinse on Self-Selected Speeds during a 30-min Treadmill Run. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 18, n. 6, p. 585-600, 2008.

ROLLO, I.; WILLIAMS, C.; NEVILL, M. Influence of Ingesting versus Mouth Rinsing a Carbohydrate Solution during a 1-h Run. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 3, p. 468-475, 2011.

ROSSATO L.T. *et al.* No improvement in running time to exhaustion at 100% VO₂max in recreationally active male runners with a preexercise single-carbohydrate mouth. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p.1178-1183, 2019.

SÁ, C.A. de; PORTELA, L.O.C. A manipulação de carboidratos na dieta e o diagnóstico da performance. **Revista Brasileira de Ciência e Mov. Brasília**, v. 9 n. 1 p. 13 - 24 ,2001.

SANTOS - PINTO, M. P. *et al.* A ingestão de uma bebida contendo carboidratos aumenta o número de repetições no supino. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 32, 2019.

SANTOS, J. A. R. DOS, SILVA, D. J. L. DA, GADELHO, S. F. N. A. Ingestão nutricional de corredores de meio-fundo. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v.5, n.29,2012.

SAPATA, K. B; FAYH, A. P. T; OLIVEIRA, A. R. Efeitos do consumo prévio de CHO sobre a resposta glicêmica e desempenho. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**, Niterói , v. 12, n. 4, p. 189- 194, 2006.

SHERMAN W.M. *et al.* Effect of exercise-diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 2, p.114-8,1981.

SHERMAN, W.; COSTILL, D. L. The marathon: Dietary manipulation to optimize performance. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 12, n. 1, p. 44-51, 1984.

SILVA, F. M. *et al.* Papel do índice glicêmico e da carga glicêmica na prevenção e no controle metabólico de pacientes com diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 560-571, 2009.

Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SMBE). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos à saúde. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 9. n. 2. p.1-13, 2003.

Sociedade Brasileira de Medicina do Exercício e do Esporte (SBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 3, p.43-56, 2009.

SOUGLIS A.G. *et al.* O efeito de dietas com alto ou baixo carboidrato nas distâncias percorridas no futebol. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n.8, p.2235-2247,2013.

SOUSA, M. M. S. DE; NAVARRO, F. A suplementação de carboidratos e a fadiga em praticantes de atividades de endurance. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 4, n. 24, p.11, 2012.

SPARKS M.J., SELING S.S., FEBBRAIO M.A. Preexercise carbohydrate ingestion: effects of the glycemic index on endurance exercise performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.30, p.844-9, 1998

TARNOPOLSKY, M. A. *et al.* Gender differences in carbohydrate loading are related to energy intake. **Journal of Applied Physiology**, v.91, n.1, p. 225–230, 2001.

VAN NIEUWENHOVEN M.A., BROUNS F., KOVACS E.M. The effect of two sports drinks and water on GI complaints and performance during an 18-km run. **International Journal of Sports Medicine**, v.26, p 281-285,2005.

VIEIRA, A. K; VIEIRA, A. K. Mecanismos e estratégias para a ressíntese de glicogênio muscular após o exercício de resistência. **Revista Digital Buenos Aires**, v.12, n.115,2007.

VOET, D.; VOET, J.; PRATT, C. **Fundamentos de bioquímica**. Ed. Artmed, 4ª Ed., 2014.

WALTER, M.; SILVA, L. P. ; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 35, n. 4, p. 974-980, Aug. 2005 .

WILLIAMS C, ROLLO I. Carbohydrate Nutrition and Team Sport Performance. **Sports Medicine**, v.45 ,2015.

WU C. L. *et al.* The influence of highcarbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilisation during subsequent exercise. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, New York, v. 90, n. 6, p. 1049-56, 2003.

ZANETTI, G. G. *et al.* Influência da supercompensação de carboidratos no VO2 máximo de sujeitos fisicamente ativos. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 4, n.21, p. 268-275, 2010.