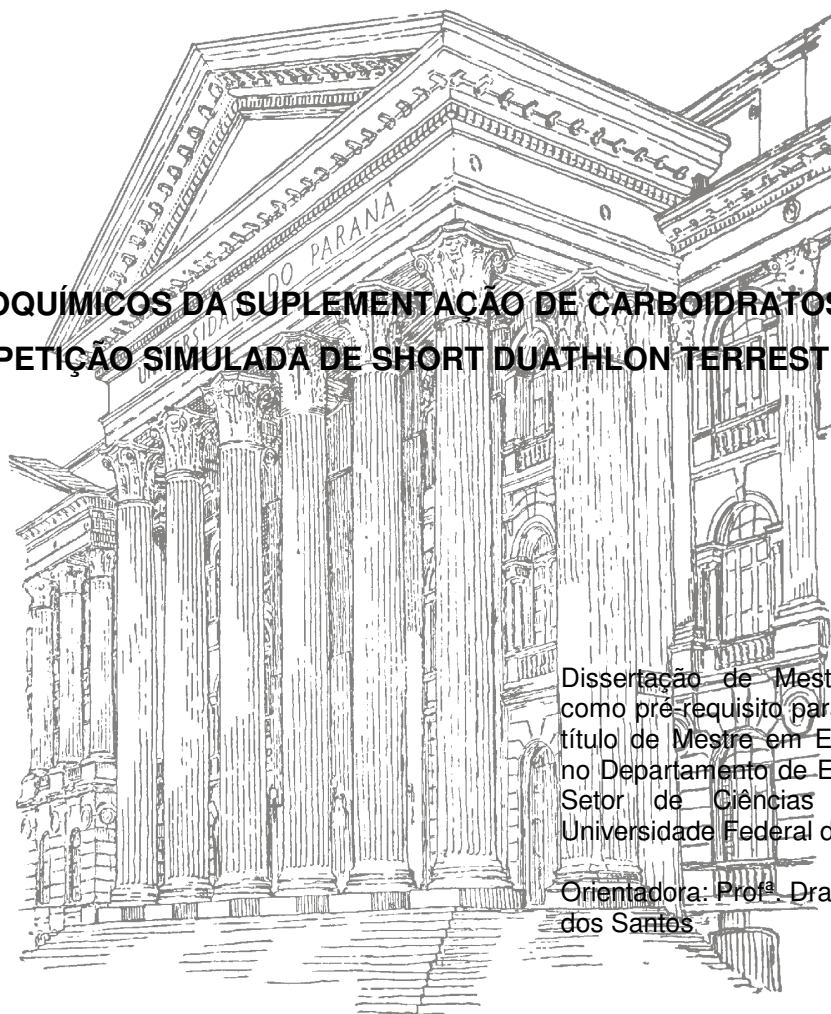


RENATA TEIXEIRA MAMUS

**EFEITOS BIOQUÍMICOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS EM UMA
COMPETIÇÃO SIMULADA DE SHORT DUATHLON TERRESTRE**



Dissertação de Mestrado defendida como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, no Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^ª Dra. Maria Gisele dos Santos

CURITIBA

2004

RENATA TEIXEIRA MAMUS

**EFEITOS BIOQUÍMICOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS EM UMA
COMPETIÇÃO SIMULADA DE SHORT DUATHLON TERRESTRE**

Dissertação de Mestrado defendida
como pré-requisito para a obtenção do
título de Mestre em Educação Física,
no Departamento de Educação Física,
Setor de Ciências Biológicas da
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Gisele dos Santos

TERMO DE APROVAÇÃO

RENATA TEIXEIRA MAMUS

EFEITOS BIOQUÍMICOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS EM UMA COMPETIÇÃO SIMULADA DE SHORT DUATHLON TERRESTRE

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física – Atividade Física e Saúde, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora: Prof. Dra. Maria Gisele dos Santos
Departamento de Educação Física, UFPR

Prof. Dra. Maria Emília D. Heyde
Departamento de Nutrição, UFPR

Prof. Dr. Raul Osiecki
Departamento de Educação Física, UFPR

Prof. Dr. André Luis Felix Rodack
Departamento de Educação Física, UFPR

Curitiba, 30 de setembro de 2004

Dedico este trabalho aos que me ajudam a seguir o caminho...

Meus pais, Pedro e Zuleica, que me dão forças a cada dia para continuar a crescer e aprender com as lições da vida;

Meus irmãos, Alessandro e Priscilla, por me ajudarem a ter coragem de buscar meus próprios caminhos;

E ao meu amor Fábio, pela cumplicidade e amor constante.

AGRADECIMENTOS

A professora Maria Gisele dos Santos, pela experiência e confiança;

Aos demais professores do Programa de Mestrado de Educação Física pelo empenho em nos tornar bons pesquisadores;

Aos membros da banca pelas contribuições;

Aos colegas que participaram da coleta de dados (Elen, Vilma, Rosângela, Luiz, Gabriel, Paulo, Kamilla, Danielli, Flávia, Fábio, Eli, Luciana, André, Fabiano, Carlos, Ronie) e aos atletas que participaram do estudo (Miguel, César, Vinícius, Fernando, Guilherme, Márcio, Luiz, Giuliano, Eduardo, João, Cleuber, Jaime, Rafael, Pedro), um agradecimento especial, pois sem eles não conseguiria dar continuidade à pesquisa;

Aos amigos que estiveram presentes em momentos de inquietação e desânimo;

E a Deus, que coloca em nossas vidas obstáculos que por vezes julgamos intransponíveis, mas que ao superá-los temos a satisfação de identificar o tamanho da força que Dele recebemos;

E em especial à minha família e ao Fábio, que são a base de minha conquista.

*“Mais vale um pobre sadio e vigoroso,
que um rico enfraquecido e atormentado de doenças.
A saúde e o vigor valem mais do que o ouro de todo o mundo,
e um corpo vigoroso mais do que uma fortuna imensa.
Não há maior riqueza que a saúde do corpo,
Nem bem maior do que a bondade do coração”.*
(Eclesiástico 30, 14-16)

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELAS	x
1. INTRODUÇÃO	02
2. JUSTIFICATIVA	03
2.1 Apresentação do Problema.....	04
2.2 Objetivos.....	05
2.3 Hipóteses.....	05
3. REVISÃO DE LITERATURA	06
3.1 Metabolismo e Função dos Carboidratos.....	06
3.1.1 Carboidratos e Competição.....	08
3.1.2 Suplementação na Fase Pré-Competição.....	11
3.1.3 Suplementação na Fase Durante a Competição.....	14
3.1.4 Suplementação na Fase Pós-Competição.....	18
3.2 Efeitos Hormonais da Suplementação de Carboidratos.....	20
3.2.1 Concentrações Plasmáticas da Glicose.....	22
4. METODOLOGIA	32
4.1 Desenho Experimental.....	32
4.2 População e Amostra.....	33
4.3 Instrumentos e Procedimentos.....	33
4.4 Tratamento dos dados.....	40
5. RESULTADOS	41
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	44
7. CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	70

RESUMO

A proposta do presente estudo foi de investigar os efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos em uma competição simulada de short duathlon terrestre. A amostra foi constituída de quatorze duatletas, os quais realizaram uma competição simulada de short duathlon terrestre após 30 minutos de ingestão de bebida com carboidrato em uma solução a 6% de maltodextrina (G1), placebo (G2) e solução a 6% de glicose (G3); a cada 15 minutos durante essa competição (200ml) e imediatamente após o término desta (300ml). Amostras de sangue foram coletadas durante as três fases da competição para análise da glicemia, lactato, insulina e cortisol. Verificaram-se diferenças significativas em relação aos níveis de glicemia entre G1 e G2 na fase pós-competição. Quando analisado o lactato também se verificou uma diferença significativa em G1 e G2 na fase durante a competição, da mesma forma observou-se diferenças significativas nas concentrações de cortisol durante a competição (G1) e pós-competição (G2). A conclusão desse estudo baseada nos dados obtidos das amostras sanguíneas, foi que, a suplementação de maltodextrina fornece indicadores bioquímicos que favorecem sua utilização em competições como o short duathlon terrestre.

Palavras chave: carboidratos; competição; glicose; lactato; insulina; cortisol.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the biochemical effects of carbohydrates supplementation in a simulated short land duathlon competition. The sample it was consisting of fourteen duathletes that did a simulated short land duathlon competition after 30 min. of ingestion of an 6% maltodextrin solution (G1), placebo (G2), and 6% glucose solution (G3), every 15 min. during the competition (200ml) and immediately after the end of the competition (300ml). Blood sampling was obtained during the three stages of competition to blood glucose, lactate, insulin and cortisol analyses. It verified significant differences at glucose concentrations between G1 and G2 after competition. When the lactate concentrations were analyses, it also verified a significant difference in G1 and G2 during the competition, as well, in the cortisol concentrations during the competition (G1) and after competition (G2). We conclude that, the maltodextrin supplementation supply biochemical indicatives that favor your ingestion in simulated short land duathlon competition.

Key words: carbohydrates; competition; glucose; lactate; insulin; cortisol.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Estágios do Teste de Bruce (consumo máximo de O₂) 35

TABELA 2 - Valores médios e desvios-padrões das características físicas, composição corporal, VO₂ máx. e FC41

TABELA 3 - Valores médios e desvios-padrões dos exames laboratoriais realizados em cada fase da competição42

1 - INTRODUÇÃO

O uso de manipulações dietéticas e o consumo de nutrientes com propósitos de aumento da performance por parte dos atletas são uma prática milenar. Esse é um fato compreensível quando se considera o ambiente altamente competitivo em que vivem os atletas juntamente com o grau de motivação para vencer (BURKE & READ, 1993).

A prática da suplementação em nosso século, passou a receber o status de “cientificamente embasada”, o que pode ser facilmente percebido com a variedade e quantidade de estudos científicos (GRANDJEAN, 1997). Essa prática é um fenômeno que cresce a cada dia como observa BACURAU (2001), devido principalmente à preocupação dos atletas quanto à melhora da saúde e performance física, tornando a relação entre dieta alimentar e desempenho físico fator preponderante para o bom desempenho desses competidores.

Apesar das evidências de que o uso de suplementos nutricionais são cada vez mais utilizados, seja com o intuito de hipertrofia, eliminar excesso de gordura corporal ou aumentar a performance, muitas questões sobre o consumo adequado de suplementos ainda precisam ser discutidas. Segundo CORREIA (1996), as recomendações de dietas alimentares para atletas, assim como, a suplementação de nutrientes, sempre estiveram em discussão, tendo em vista as características específicas de cada atividade física.

Observa-se que há algum tempo muitos estudos tem investigado os fatores que podem influenciar a suplementação de carboidratos, como o tempo (LEVENHAGEN et al, 1969; IVY et al, 1988), frequência (DOYLE, SHERMAN & STRAUSS, 1993), conteúdo do suplemento (BLOM et al, 1987; IVY et al, 1988; IVY, 1998; JENTJENS et al, 2001) e tipos de suplemento (REED et al, 1989; ZAWADZKI, YASPELKIS & IVY, 1992; BURKE, COLLIER & HARGREAVES, 1993; PIEHL, SODERLUND & HULTMAN, 2000; VAN LOON et al, 2000).

Porém, quando se discute acerca da realização de exercícios de longa duração, sabe-se que um dos substratos degradado e utilizado é o carboidrato, o qual é armazenado na forma de glicogênio (HULTMAN, 1967), ou seja, a forma polimérica de armazenamento da glicose (NELSON & COX, 2000). A glicose por sua vez, exerce um papel importante pelo fato de servir como combustível primário

(glicogênio) para a performance do músculo, principalmente durante exercícios intensos (WOLINSKY & HICKSON Jr. ,1996).

Dessa forma, recomenda-se a ingestão de carboidratos para atletas que realizam competições com duração igual ou superior à 1 hora, devido à sua rápida metabolização (JACOBS & SHERMAN, 1999) e por serem digeridos e absorvidos mais rapidamente que as proteínas ou lipídios (MCARDLE & KACTH & KACTH, 2003).

Como o carboidrato é considerado o principal combustível durante o exercício de alta intensidade, aqueles atletas que treinam intensamente ou competem em dias seguidos e não consomem carboidratos de forma adequada, apresentam diminuição diária do glicogênio muscular, o que acarreta uma diminuição da performance física (WILMORE & COSTILL, 2001).

Vários estudos demonstraram que o glicogênio hepático e muscular são importantes na manutenção da performance durante o exercício (WIDRICK et al, 1993; McCONNELL et al, 2000; FAIRCHILD et al, 2002; ANDREWS et al, 2003), pois quando indivíduos se exercitam a uma intensidade moderada (75% VO_{2max}) os tempos de exercício são proporcionais à quantidade de glicogênio muscular presente no início da prova. Essa contribuição relativa do glicogênio muscular e da glicose sanguínea ao metabolismo energético durante o exercício varia em função da intensidade e duração (WILMORE & COSTILL, 2001).

Devidos a tais evidências que apontam a importância do glicogênio sobre a performance, existe um grande interesse em se manter os estoques de glicogênio muscular e hepático. Outro interesse existente é a reposição rápida desses estoques durante e após o exercício (POWERS & HOWLEY, 2001), pois sua restauração é um processo importante na manutenção e recuperação do exercício intenso, bem como o tipo de carboidrato ingerido (CRAIG, 1993).

2 – JUSTIFICATIVA

WOLINSKY & HICKSON Jr. (1996) afirmam que as Recomendações de Ingestão Dietética (RIDs) foram estabelecidas para auxiliarem os programas de educação nutricional, ou seja, para estabelecer padrões para programas de assistência alimentar para a população em geral.

Porém tratando-se de atletas, ressaltam os autores acima, que esses padrões alimentares se modificam, considerando como uma recomendação ideal as dietas com alto teor de carboidratos complexos e baixo teor de gordura, evidenciando que a ingestão alimentar dos atletas possui necessidades nutricionais diferentes.

Quando analisa-se esportes de longa duração como o duathlon, que exige uma demanda energética elevada devido à combinação de duas modalidades esportivas (ciclismo e corrida), verifica-se a escassez na literatura de pesquisas sobre suplementação de carboidratos que envolvam esse esporte como um todo.

Além disso, muitas dessas pesquisas relatam alguns resultados diferentes com protocolos similares, inviabilizando ainda mais a escolha certa do protocolo à ser utilizado durante a competição.

Dessa forma, atletas e treinadores envolvidos sentem dificuldade no momento da escolha do suplemento ideal, visto que a maioria dos estudos investigam as modalidades esportivas separadamente, o que torna inviável escolher o tipo de carboidrato, tempo de ingestão e frequência ideal para esse esporte, que além de exigir grupos musculares diferentes, também possui necessidades específicas de acordo com a realização de cada modalidade que o compõe.

Considerando essas evidências, julgamos necessário e importante o desenvolvimento de um estudo que envolva a suplementação de carboidratos no esporte duathlon, para que assim possa facilitar (através dos resultados obtidos) o treinamento desses atletas em função da escolha de um protocolo ideal de ingestão de soluções à base de carboidratos.

2.1- APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Sendo os carboidratos considerados o melhor substrato disponível para esportes de longa duração, este passou a ser utilizado como fonte de suplementação por atletas de várias modalidades esportivas como, maratona, ciclismo, duathlon, triathlon, entre outros. Tendo em vista que vários estudos demonstraram uma grande variabilidade dessa suplementação nos esportes, foi verificado o seguinte problema no presente estudo:

“Quais são os efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos em uma competição simulada de short duathlon terrestre quando realizada 30 minutos antes

do início dessa competição, a cada 15 minutos durante, e imediatamente após o término desta?”

2.2 – OBJETIVOS:

2.2.1 – OBJETIVO GERAL:

Analisar os efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos em uma competição simulada de short duathlon terrestre.

2.2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comparar os efeitos bioquímicos da suplementação de diferentes tipos de carboidratos (glicose e maltodextrina) durante uma competição simulada das provas de corrida (5 Km), ciclismo (20 Km) e corrida (2,5 Km) do short duathlon terrestre;
- Determinar os níveis de glicemia e lactato antes, durante e após a competição;
- Determinar os níveis de insulina e cortisol antes, durante e após a competição;

2.3 – HIPÓTESES:

H0 = A suplementação de maltodextrina não fornece indicativos bioquímicos diferenciados que favorecem a competição;

H1 = A suplementação de maltodextrina fornece indicativos bioquímicos diferenciados que favorecem a competição;

3 - REVISÃO DE LITERATURA

A utilização de substratos para contração muscular durante exercício em humanos tem sido um importante tópico de investigação, porque as fontes de combustível desempenham um papel preponderante na capacidade de manutenção da performance muscular. O trabalho de fisiologistas e bioquímicos que estão interessados nos aspectos biofísicos e químicos do suprimento de energia tem resultado no conhecimento de fatores envolvidos no fornecimento de energia para o músculo e aqueles aspectos que podem limitar a performance (ROMBALDI, 1996).

Porém, somente na década de 80 que foi demonstrado de forma conclusiva que ingerir carboidrato durante o exercício pode aumentar a performance de atletas (COYLE et al, 1983), surgindo daí as primeiras evidências de que a suplementação de carboidrato pode economizar as reservas de glicogênio (HARGREAVES et al, 1984).

Dessa forma, faz-se necessário compreender o metabolismo dos carboidratos e sua função como suplemento durante o exercício.

3.1 – METABOLISMO E FUNÇÃO DOS CARBOIDRATOS

Os carboidratos constituem um importante substrato disponível para o metabolismo dos seres humanos (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996), sendo considerado um dos nutrientes mais importantes da dieta, tanto do ponto de vista da saúde como do desempenho atlético.

Os carboidratos fazem parte dos três nutrientes energéticos básicos (WILLIAMS, 2002), e sua importância como fonte de energia durante o exercício de longa duração tem sido reconhecida desde o começo do século (GRANDJEAN & SCHROEDER, 1994; LANCHI, 2002).

Outros autores, também enfatizam os carboidratos como principal substrato energético quando se discorre sobre metabolismo humano (KLAFS, 1981; GRANDJEAN & SCHROEDER, 1994; MAHAN, 1994; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003; HIRSCHBRUCH & CARVALHO, 2002). Além de, representarem um dos substratos energéticos de ordem fisiológica mais importante em indivíduos que ingerem uma dieta normal, estes também são evidenciados pela utilização

especificamente da glicose como combustível necessário para a contração do músculo esquelético durante o exercício prolongado (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996), como também a necessidade do cérebro de um suplemento contínuo de glicose para funcionar adequadamente (KLAFS, 1981; MAHAN, 1994; WILLIAMS, 2002, LIEBERMAN, FALCO & SLADE, 2002).

Para evidenciar melhor sua importância, faz-se necessário primeiramente, discorrer acerca do seu processo de digestão e absorção no organismo.

O carboidrato é um composto orgânico que contém carbono, hidrogênio e oxigênio em várias combinações, mas em termos gerais os que interessam ao estudo em particular, podem ser classificados em carboidratos simples e complexos (WILLIAMS, 2002)

Os *carboidratos simples*, geralmente conhecidos como açúcares, são divididos em duas categorias: monossacarídeos, sendo os principais a glicose, frutose e galactose; e dissacarídeos como sacarose, maltose e lactose. Os *carboidratos complexos*, também conhecidos como amidos, geralmente são formados a partir da combinação de três ou mais moléculas de glicose, conhecida como polissacarídeo ou polímero de glicose (WILLIAMS, 2002). Fazem parte da dieta, ainda, outros polissacarídeos de origem vegetal (celulose, hemicelulose e pectinas) que não são digeridos pelas enzimas do trato intestinal humano (AIRES, 1999).

Para que o organismo possa metabolizar esses carboidratos, eles precisam ser digeridos, absorvidos e transportados para células apropriadas a fim de serem metabolizados (WILLIAMS, 2002). Dessa forma, faz-se necessário a digestão das moléculas de carboidratos complexos, pois somente na forma de monossacarídeos é que ocorre a absorção intestinal destes compostos (LANCHA, 2002)

O processo digestivo dos carboidratos começa logo que o alimento penetra na boca. As glândulas salivares, localizadas ao longo da parte inferior da maxila, secretam continuamente substâncias mucosas lubrificantes (ptialina salivar) que se combinam com partículas alimentares durante a mastigação (McARDLE & KATCH & KATCH, 2003). Devido à curta permanência do alimento na boca, a digestão oral dos carboidratos é muito restrita, ocorrendo apenas a hidrólise de 3 a 5% do amido digerido. A ação da ptialina salivar continua no estômago, no interior do bolo alimentar que não foi submetido à acidez da secreção gástrica, transformando de 30 a 40% do amido em maltose e isomaltose (AIRES, 1999). No duodeno, os

carboidratos sofrem a ação da secreção pancreática, que contém um grande teor da enzima α -amilase (AIRES, 1999). Essa enzima participa na quebra do amido em dissacarídeos e continua no intestino delgado com a amilase pancreática e enzimas intestinais (sacarase, maltase e lactase), reduzindo ainda os dissacarídeos a monossacarídeos (hexoses) pelas dissacaridases (lactase, sacarase ou invertase, maltase e trealase) ligadas à membrana do bordo em escova do intestino delgado (LANCHA, 2002).

A hidrólise dos carboidratos no estômago e intestino delgado a monossacarídeos, tem predomínio típico da glicose a qual juntamente com a galactose, são absorvidas por um mecanismo de transporte ativo (WOLINSKY & HICKSON Jr, 1996), envolvendo um processo dependente de energia e a presença de um gradiente de sódio, os quais competem pelo mesmo transportador; enquanto a frutose é absorvida por difusão facilitada, o que torna sua absorção mais lenta (LANCHA, 2002).

Dos monossacarídeos, a glicose (açúcar do sangue) é o mais importante para a fisiologia humana, pois a maior parte dos carboidratos é decomposta em glicose (80%) para que possa ser assimilada pelo sangue, enquanto a maior parte da frutose e galactose absorvida é convertida em glicose pelo fígado (WILLIAMS, 2002).

A glicose que vai para a corrente sanguínea pode ser convertida em glicogênio muscular ou hepático, e quando é absorvida em excesso, converte-se a ácidos graxos e triglicerídeos no fígado e tecido adiposo (LANCHA, 2002). Essa glicose sanguínea deve ser mantida em concentrações altas para o funcionamento adequado do metabolismo, principalmente durante o exercício físico de longa duração, a qual pode ser obtida através da ingestão de carboidratos (TIMMONS et al, 2003).

3.1.1 - CARBOIDRATOS E COMPETIÇÃO

Embora o conhecimento da fisiologia e da nutrição humana avançou muito nesse século e o mesmo aconteceu com a aplicação das alterações dietéticas e a suplementação com nutrientes específicos com o intuito de melhorar o desempenho físico (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996), verifica-se que um dos problemas mais

difíceis na nutrição esportiva é tentar obter a quantidade suficiente de alimentos corretos e disponíveis para o atleta.

Ao verificar a literatura, observa-se uma quantidade considerável de estudos que observaram os efeitos ergogênicos dos recursos nutricionais sobre o desempenho nos exercícios, como MITCHELL et al (1996), MILLARD et al (1997), WALTON & RHODES (1997), McCONNELL et al (1999), McARDLE, KATCH & KATCH, 2003, MULLINIX et al (2003), TIMMONS et al (2003) dentre outros.

Porém, um dos problemas que se associa à suplementação de carboidratos está relacionado com o baixo consumo desse nutriente pelos atletas, fato que não só compromete o rendimento durante a competição, assim como, o desempenho e período de treinamento (LANCHA, 2002; MULLINIX et al, 2003). Sendo assim, a alimentação adequada durante o treinamento é uma das chaves para o sucesso na competição, pois durante este período há um aumento no gasto energético e, conseqüentemente, um aumento na ingestão calórica para manutenção do peso corporal, funcionamento adequado dos sistemas energéticos e fornecimento de nutrientes essenciais (carboidratos, gordura, proteínas, minerais, vitaminas e água) à formação e manutenção dos tecidos corporais.

Sendo assim, os atletas devem seguir uma dieta que proporcione os nutrientes básicos, além de ser relativamente alta em conteúdo de carboidratos, com a finalidade de suprir as grandes necessidades de energia (GRANDJEAN & SHROEDER, 1994). Uma vez que os carboidratos representam o principal combustível durante o exercício de resistência (TIMMONS et al, 2003), uma correta reposição dos estoques desse nutriente deve ser realizada principalmente para aqueles praticantes de esportes de longa duração, uma vez que, quedas acentuadas nas concentrações de glicogênio muscular (130mM/Kg para 30mM/Kg) levam a quedas no desempenho (LANCHA, 2002).

Dessa forma, a reposição dos estoques de carboidratos representa um aumento da ingestão deste nutriente durante todo o período de competição (antes, durante e após), e essa manipulação dietética é uma prática cientificamente comprovada como benéfica para o desempenho no exercício. Porém, alguns aspectos devem ser considerados como primordiais quando as técnicas dietéticas são utilizadas, como o tipo de carboidrato, tempo de administração e concentração (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

De acordo com HARGREAVES (1992), em relação ao tempo de ingestão de carboidratos, deve-se saber que as duas primeiras horas após o término da atividade física a taxa de ressíntese de glicogênio é de 8%/hora, onde os carboidratos devem ser ingeridos rapidamente, não sendo necessário consumir mais que 50g (glicose ou maltodextrina) a cada duas horas, (considerando que a síntese de glicogênio é próxima do normal quando há esse tipo de ingesta).

A concentração ideal baseada em inúmeros estudos como de NIEMAN et al (1998), BURKE et al (2000), FRITZSCHE et al (2000), McCONNELL et al (2000), GALLOWAY et al (2001), ANGUS et al (2001), WELSHE et al (2002), UTTER et al (2002), ANDREWS et al (2003) e TIMMONS et al (2003), é de 6g/100ml (6%), e no período de recuperação (primeiras 6 horas) devem ser evitadas refeições com menos de 70% de carboidratos e alto conteúdo de gorduras e proteínas.

Quanto ao tipo de carboidrato e sua capacidade de induzir aumento da síntese de glicogênio, verifica-se que os dissacarídeos como a sacarose (digerida à uma molécula de glicose e uma de frutose) têm capacidade semelhante à glicose, embora seu índice glicêmico seja de 0,7 o da glicose. A frutose por sua vez, apresenta uma capacidade muito baixa de indução da síntese de glicogênio, devido apresentar índice glicêmico baixo (0,2-0,3 o da glicose) além de ser processada lentamente no fígado, e uma vez ingerida em doses altas (acima de 10g/CHO/100ml água), poderá provocar diarreia e cólicas intestinais, não sendo considerada de grande valia neste tipo de estratégia alimentar (LANCHA, 2002).

Uma estratégia utilizada por atletas é a ingestão de polímeros de glicose (maltodextrina), que apresenta índice glicêmico alto, sendo capaz de manter os mesmos níveis glicêmicos da glicose, mas evitando injúrias como a elevação rápida da glicemia no início do exercício, ocasionando uma hipoglicemia consequente da alta secreção de insulina (LANCHA, 2002).

A relação de dependência entre a disponibilidade de carboidratos e a manutenção da intensidade da atividade física serviu como estímulo para que esta área do metabolismo fosse bastante estudada (LANCHA, 2002), onde hoje verifica-se consideráveis pesquisas que se utilizaram de estratégias nutricionais para obter uma suplementação de carboidratos que possa beneficiar o desempenho físico.

3.1.2 - SUPLEMENTAÇÃO NA FASE PRÉ-COMPETIÇÃO

A dieta com alto teor de carboidratos na fase pré-competição, tem como objetivo aumentar os depósitos de glicogênio e prevenir a sua depleção quando o treinamento é realizado exaustivamente por dias sucessivos, requerendo uma dieta de 65 a 75% de calorias provenientes de carboidratos para otimizar o desempenho (WOLINSKY & HICKSON, 1996). Dependendo da situação pré-treino, essa ingestão pode chegar a 80% do total calórico calculado como necessidade (SANTOS, 1996).

Verifica-se então, que a capacidade de resistência varia intensamente de acordo com a dieta de carboidratos utilizada antes do exercício (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003), a qual além de proporcionar ao atleta energia suficiente, a refeição pré-competição também deve garantir a hidratação (MCARDLE & KATCH & KATCH, 2003).

Estas refeições a base de carboidratos podem ser oferecidas na forma sólida ou líquida, sendo a dosagem ideal recomendada de 1 a 6g /Kg /peso corpóreo. Porém as refeições líquidas são mais toleradas próximo do horário do treinamento ou competição (WOLINSY & HICKSON Jr., 1996).

De acordo com MILLARD et al (1997) a ingestão de 6 a 8% de solução de carboidrato uma hora antes do início do exercício, melhorou o desempenho de maratonistas nos últimos 15 Km. De acordo com WALTON & RHODES (1997), esse tipo de ingestão líquida é recomendada para que seja alcançado um melhor desempenho físico durante o evento esportivo.

Com relação a esse assunto, CORREIA (1996) relata que o período ideal de ingestão deve ser entre 1 a 4 horas antes do evento, com uma refeição contendo de 100g a 200g de carboidratos, sendo que, em eventos aeróbicos com uma duração superior à 1 hora, a quantidade de carboidratos na refeição deve ser aumentada de 20 a 40% e ingeridas entre 1 a 2 horas antes do evento (WOLINSKY & HICKSON, 1996).

Quanto ao tipo de carboidrato, não foram observadas diferenças no desempenho da resistência física quando ingerida glicose ou frutose. Porém, há pouca razão para recomendar-se frutose nesta refeição, visto a possibilidade de absorção completa, câibras e diarreias resultantes de doses moderadas (WOLINSKY & HICKSON, 1996).

Quando se analisa a suplementação de carboidratos nesta fase pré-competitiva, pode-se evidenciar inúmeros estudos como HAWLEY, PALMER & NOAKES (1997), McCONNELL et al (1999), FEBBRAIO et al (2000), GALLOWAY et al (2001), CAREY et al (2001), UTTER et al (2002), CHRYSANTHOPOULOS et al (2002) e SMITH, RHODES & LANGILL (2002).

No primeiro estudo citado acima, de HAWLEY, PALMER & NOAKES (1997), foi comparado os efeitos de diferentes refeições ingeridas durante três dias antes do exercício, em dois grupos de ciclistas. O grupo 1 ingeriu uma refeição contendo 426 g/dia/CHO (5.9 g/kg/peso), e o grupo 2, ingeriu uma refeição com alto conteúdo de carboidrato (661 g/dia – 9.3 g/Kg/peso). Após os três dias de dieta, os dois grupos de ciclistas pedalarão por ± 1 hora. O tempo de performance dos ciclistas não melhorou com o aumento do conteúdo de CHO na refeição, com isso os autores concluíram que esse aumento não beneficiou a performance de atletas que competem em eventos com menos 1 hora de duração.

Resultados favoráveis à suplementação de CHO são observados em vários estudos como de McCONNELL et al (1999), os quais examinaram os efeitos da suplementação de carboidratos ingerida antes do exercício realizado em cicloergômetro ($69 \pm 1\%$ VO_2 máx) até exaustão. Oito sujeitos treinados ingeriram em uma ocasião, 250 ml de solução de carboidrato (maltodextrina) a 8% imediatamente antes do exercício, e 250 ml de placebo. Os resultados demonstraram que a ingestão prévia de carboidrato aumentou a performance durante exercício prolongado, sendo observado um aumento em 30% do tempo de fadiga. Estes dados indicam que, a ingestão de maltodextrina pode aumentar a capacidade de trabalho devido à melhora no balanço energético muscular.

Pode-se citar também o estudo de FEBBRAIO et al (2000) onde observou-se os efeitos da ingestão de CHO (maltodextrina) em ocasiões diferentes em sete atletas. Estes atletas ingeriram bebidas 30 minutos antes do exercício em cicloergômetro (63% VO_2 máx), sendo que na primeira ocasião foi ingerido uma bebida placebo, e após o intervalo de 7 dias, esses mesmos atletas ingeriram uma solução a 25,7% de CHO (2 g/Kg/peso). Os resultados desse estudo demonstraram que quando os atletas foram suplementados com CHO 30 minutos antes do exercício, houve uma melhora significativa na performance de endurance quando comparada com a ingestão de placebo.

Em outro estudo de GALLOWAY et al (2001) com seis atletas masculinos, a suplementação de CHO (glicose) foi realizada imediatamente antes do exercício em 4 condições diferentes: solução a 0%, 2% (20g/l), 6% (60g/l) e 12% (120g/l) de glicose, e logo em seguida realizaram o teste no cicloergômetro (80% VO₂ máx) até exaustão (abaixo de 60 rpm) num ambiente frio (~10° C). Os dados obtidos desse estudo suportam a indicação do uso de bebidas concentradas com carboidratos (glicose) em soluções à 6 - 12% antes do exercício prolongado, especificamente em ambiente frio, onde soluções maiores que 12% podem resultar em desconforto gastrointestinal.

A investigação dos estudos nesta fase tem avançado suas pesquisas em relação à verificação de outros parâmetros importantes relacionados à ingestão de CHO como a oxidação de gordura.

Esse tipo de análise foi verificada em sete atletas que receberam uma suplementação de 7 dias, sendo que no 1º dia ingeriram uma refeição contendo 9g/Kg de CHO, 1,8g/Kg de gordura e 2,2g/Kg de proteína, e nos 6 dias seguintes, uma dieta rica em CHO (11g/Kg/dia de CHO; 1g/Kg/dia de gordura) ou rica em gordura (2,6g/Kg/dia de CHO; 4,6g/Kg/dia de gordura). Após essa suplementação, foi realizado no 9º dia após um café da manhã contendo 3 g/Kg/peso de CHO, exercício em cicloergômetro (65% VO₂ máx) durante 4 horas, sendo que durante este os atletas ingeriram 10 g/100 ml de solução de glicose a cada 30 minutos. Foram encontrados resultados que determinaram que, apesar da disponibilidade de carboidrato tanto antes como durante o exercício, a oxidação de gordura manteve-se significativamente elevada nos atletas que receberam o tratamento de dieta rica em carboidrato (CAREY et al, 2001).

UTTER et al (2002) estudaram os efeitos da disponibilidade de carboidrato durante uma competição de maratona com 98 maratonistas, sendo um grupo suplementado (N=48) e o outro grupo placebo (N=50). Antes do início da maratona (30 minutos), o grupo suplementado ingeriu 650 ml de bebida a 6% de CHO (maltodextrina). Concluiu-se que, durante o exercício prolongado onde a intensidade varia em todo o percurso da prova, a suplementação prévia de CHO é essencial para a manutenção da performance, visto a maior disponibilidade desse substrato quando comparado com o grupo placebo.

O estudo de CHRYSSANTHOPOULOS et al (2002) examinaram os efeitos da ingestão de refeição pré-exercício e de solução de CHO (maltodextrina) na

performance de 10 maratonistas. O teste foi constituído em uma corrida desenvolvida a 70% VO_2 máx ate exaustão após o consumo de uma refeição de CHO três horas antes do exercício e ingestão de uma solução de CHO durante o exercício (M+C), ou uma refeição de CHO três horas antes e água durante o exercício (M+W). Concluiu-se que, no tratamento M+W a performance apresentou melhores resultados, porém a combinação da refeição e solução de CHO (M+C), aumentou essa capacidade.

Com relação a esse tema, SMITH, RHODES & LANGILL (2002) realizaram estudo com triatletas através do fornecimento de soluções de glicose pré-exercício, para que assim fosse determinado os efeitos do tempo de administração. Os 10 triatletas nadaram 4000 m seguintes ao consumo de uma solução a 10% glicose 5 minutos antes do exercício (G5), solução a 10% glicose 35 minutos antes (G35), ou um volume similar de placebo (PL). Os resultados obtidos puderam dar subsídios para a conclusão de que o fornecimento de glicose (G5 e G35) resultou na melhora individual da performance dentro dos 24 segundos e 5 minutos de exercício, quando comparado com o grupo placebo (PL).

3.1.3 - SUPLEMENTAÇÃO NA FASE DURANTE A COMPETIÇÃO

O principal objetivo durante a fase de treinamento, é repor os líquidos orgânicos e carboidratos perdidos (WOOTTON, 1990), e a manipulação nutricional durante esta fase, certamente é um dos recursos eficientes para a manutenção ou melhoria da performance de atletas que praticam esportes de longa duração (RIBEIRO, 1997), principalmente pelo fato desse recurso ergogênico ser capaz de providenciar maiores estoques de glicogênio muscular e hepático (GUEDES & GUEDES, 1998).

Reconhece-se portanto, que durante exercícios prolongados, uma diminuição na disponibilidade de carboidrato pode conduzir ao desenvolvimento da fadiga em atletas, onde a administração da glicose e outros tipos carboidratos são mostrados para adiar a fadiga e conservar o glicogênio muscular (MACLAREN et al, 1997).

Durante o treinamento, as bebidas esportivas formuladas para estimular a ingestão de líquidos e repor os carboidratos podem ser utilizadas (CORREIA, 1996), com a vantagem de que quando ingeridas a intervalos regulares, de acordo com MCARDLE, KATCH & KATCH (2003) a performance pode ser melhorada.

Essa melhora da performance é evidenciada em estudos através da observação da ingestão de bebidas com carboidratos e subsequente retardo do início da fadiga. FEBBRAIO et al (1996) por exemplo, observou uma maior capacidade de exercício quando sujeitos ingeriram uma solução de carboidrato (maltodextrina) a 7% do que quando ingeriram uma solução à 14% ou placebo.

Um aspecto que deve ser considerado durante a ingestão de bebidas, é que a capacidade de absorção de água pelo intestino é limitada a 12 ml/Kg/peso/hora. Quantidades superiores mesmo o atleta necessitando, não seriam absorvidas e a água ficaria retida no lúmen intestinal, provocando sintomas abdominais e indisposição (CORREIA, 1996). Deve-se considerar também que apenas cerca de 1000 ml de líquido a cada hora saem do estômago durante um exercício vigoroso (McARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

A solução ideal das bebidas com CHO durante o evento esportivo é de 6% (6g/100ml), para que possa proporcionar a otimização da hidratação assim como ser esvaziada pelo estômago mais rapidamente que soluções concentradas. Ao contrário, ocorrerá uma absorção líquida maior de glicose com o aumento das concentrações nas bebidas esportivas (WOLINSKY & HICKSON, 1996).

Com relação à frequência da ingestão recomendada, CORREIA (1996) indica uma solução de carboidrato (maltodextrina) a 6% a cada 15-20 minutos., sendo que soluções com concentrações menores que 5% ou maiores que 10% são consideradas pouco significativas quanto à performance física.

Estudos realizados por KIEHL (1997) evidenciam que a ingestão de carboidratos (maltodextrina) durante o exercício retarda a fadiga em 30 a 60 minutos, quando esta é fornecida na forma líquida em uma concentração a 6% e em intervalos regulares de 30 minutos.

Referente a este assunto, MCARDLE, KATCH & KATCH (2003) recomendam para exercícios aeróbicos intensos e prolongados, a ingestão de uma forte solução de carboidrato (50% ou 70g de maltodextrina em 140ml de água) 20-30 minutos após o início do exercício, e soluções menos concentradas (5%) a cada 15 minutos, ou seja, 24g de carboidratos a intervalos de 30 minutos durante o exercício.

Outro fator importante na ingestão de bebidas durante o exercício relaciona-se ao tipo de carboidrato ingerido. WOLINSKY & HICKSON Jr. (1996) e WOOTTON (1990) recomendam o uso de polímeros de glicose (maltodextrinas), o qual pode ser vantajoso devido ao seu potencial de esvaziamento gástrico mais rápido.

Observa-se que os efeitos da suplementação de carboidratos no desempenho durante o exercício há muito tempo vem sendo investigado. Sendo assim, pode-se citar o estudo realizado por COGGAN & COYLE (1987), no qual utilizaram sete ciclistas que se exercitaram a 70% VO_2 máx até a fadiga em 3 ocasiões separadas por 1 semana. Após 20 minutos de exercício, os ciclistas na primeira ocasião, ingeriram uma solução de polímeros de glicose (3 g/Kg), na segunda ocasião, receberam uma infusão de glicose intra-venosa, e na terceira, uma solução placebo. Verificou-se que o tempo de fadiga após os 20 minutos de teste foi significativamente menor durante a ocasião de ingestão ou infusão de CHO quando comparado à ocasião de placebo.

Também, YASPELKIS & IVY (1991) verificaram a suplementação de carboidratos de diferentes concentrações em 12 ciclistas treinados que se exercitaram por 2 horas a 48% VO_2 máx em um ambiente quente (33° C), consumindo soluções de CHO em três ocasiões separadas. As soluções foram a) 3 ml/Kg/peso de água, b) 2.0% de solução de polímeros de glicose e, c) uma solução a 8.5% de polímeros de glicose, todas ingeridas a cada 15 minutos de exercício. Verificou-se que após a ingestão da solução a 8.5% de polímeros de glicose, a oxidação de carboidrato foi significativamente maior nos 60 e 120 minutos de exercício, enquanto a redução do glicogênio muscular durante essa suplementação foi significativamente menor quando comparado com a solução de água.

WIDRICK et al (1993) também realizaram estudo com objetivo de comparar diferentes concentrações de soluções de CHO durante exercício. Estes relatam que, após a ingestão de bebidas com maltodextrina (116 ± 6 g) no início do exercício e a cada 10 Km, o tempo do teste e a potência tiveram valores significativamente menores quando não houve ingestão de solução com CHO.

Com relação a esse tema, MITCHELL et al (1996) estudaram a influência da ingestão de diferentes concentrações de CHO na performance e uso do glicogênio muscular. Foram providenciadas para dez ciclistas treinados soluções com 6, 12, 18 g/CHO/100 ml e placebo (0 g/CHO) a cada 15 minutos de exercício em cicloergômetro (120 minutos a 70 % VO_2 máx). Após a biópsia muscular (0 e 105 minutos de exercício) observou-se que não houveram diferenças significativas na utilização do glicogênio muscular bem como na sua depleção, quando comparadas as soluções placebo e 12 g/CHO/100 ml. Porém, verificou-se uma elevação

significante nos estoques de glicogênio com a ingestão das soluções a 12 e 18 g/CHO quando comparadas com a ingestão de placebo.

Já BURKE et al (2000) realizaram um estudo com sete ciclistas treinados para avaliar o efeito da suplementação de CHO na performance. Para isso, foi realizado dois testes de 100 Km em cicloergômetro em ocasiões separadas e após 3 dias de intervenção dietética. Numa primeira ocasião, a dieta foi composta de 9 g/CHO/Kg por dia (CHO) e em outra ocasião a dieta foi composta de 6 g/CHO/Kg por dia (Controle). No dia do teste no cicloergômetro, os ciclistas ingeriram 2 g/CHO/Kg duas horas antes e uma solução de CHO (1 g/CHO/Kg). Durante o teste no cicloergômetro, foi ingerido soluções com 7g/100ml de polímeros de glicose. Os dados obtidos desse estudo demonstraram que a suplementação de CHO não melhorou a performance nos 100 Km do teste durante o qual foi consumido CHO. Porém, observou-se que a ingestão de carboidratos durante o respectivo teste minimizou os efeitos prejudiciais que poderiam acontecer diante de concentrações baixas de glicogênio muscular e hepático.

McCONNELL et al (2000) por exemplo, realizaram investigação sobre os efeitos da ingestão de carboidrato na cinética da glicose e no metabolismo muscular durante exercício intenso de endurance. Nesse estudo, doze ciclistas e triatletas voluntários se submeteram a um teste no cicloergômetro ($83\% \pm 1\% \text{VO}_2 \text{ máx}$) até exaustão. Durante o respectivo teste, os atletas foram divididos em dois grupos, sendo que no grupo-experimental houve a ingestão de solução de CHO a 6% (glicose) a cada 15 minutos, e no grupo-controle, uma solução placebo. Em seis atletas escolhidos aleatoriamente, foram coletadas amostras do músculo vasto lateral 32 minutos antes do teste para análise do metabolismo muscular, e nos outros 6 atletas restantes, foi analisado a cinética de glicose através da infusão de $[6,6\text{-}^2 \text{H}]$ glicose e ingestão de $[6\text{-}^3\text{H}]$ glicose. De 84g de glicose ingerida durante o exercício, somente 22g aparecerem na circulação periférica, concluindo-se através dos resultados que, a ingestão de glicose aumenta a sua percepção e reduz parcialmente a produção de glicose endógena durante o exercício.

Outro estudo com o objetivo de investigar a cinética da glicose através da ingestão de carboidratos durante o exercício foi realizado por ANGUS et al (2001), com a participação de seis atletas de ciclismo e triatlon. O teste foi realizado no cicloergômetro ($68\% \pm 2\% \text{VO}_2 \text{ máx}$) durante 60 minutos (35°C) em duas ocasiões separadas por 1 semana. Durante o teste houve a ingestão de solução de

carboidrato a 6%, contendo 1 μCi $\{3\text{-}^3\text{H}\}$ glicose/g (CHO) ou uma solução placebo (Con). No início do teste, os atletas ingeriram 400 ml da solução e durante o mesmo, foi ingerido 150 ml de solução após 10, 20, 30 e 40 minutos, totalizando 1000 ml durante o teste. Os resultados desse estudo demonstraram que a ingestão de CHO na proporção de $\sim 1\text{g}/\text{min}$, não atenua a produção de glicose hepática durante o exercício no calor (35°C) apesar de elevada concentração de glicose plasmática.

Já COLLARDEAU et al (2001) relataram os efeitos ingestão de carboidrato no tempo de reação. Oito triatletas completaram 3 sessões de teste dentro do período de três semanas. A 1ª sessão foi para determinar o VO_2 máx e consumo de oxigênio no limiar ventilatório ($\text{VO}_{2\text{vt}}$), e na segunda e terceira sessões foi realizado uma corrida de 100 minutos em esteira ergométrica, sendo os primeiros 15 minutos em intensidade submáxima, 70 minutos em intensidade máxima e os 15 minutos finais em intensidade submáxima. Durante o respectivo teste, os atletas ingeriram 5.5% de solução de carboidrato (maltodextrina) antes do teste submáximo e 2 ml/ Kg/ peso corporal a cada 15 minutos. Os dados do estudo sugerem que a ingestão de carboidrato durante o exercício de 100 minutos de corrida resulta em melhora na performance, levando à conclusão da importância da utilização desse recurso nutricional na prevenção tanto de injúrias físicas como cognitivas.

3.1.4 - SUPLEMENTAÇÃO NA FASE PÓS-COMPETIÇÃO

Para MACIEIRA (1990) e CORREIA (1996) o objetivo inicial da dieta após uma competição é o de reidratar e recuperar os depósitos de glicogênio; e CORREIA (1996) salienta a importância de restaurar o equilíbrio eletrolítico.

Verifica-se que após o exercício de longa duração, o processo de ressíntese começa imediatamente, dessa forma, recomenda-se ingerir carboidratos principalmente nas primeiras horas (WOOTTON, 1990).

HARGREAVES (1992) e CYRINO & BURINI (1997) ressaltaram que a ressíntese de glicogênio muscular acontece rapidamente ($5\%/hora$), especialmente nas primeiras 6 horas após exercício, quando a ingestão de carboidratos é adequada independente do tipo de carboidrato. Porém, serão necessárias no mínimo 48 horas para a recuperação dos níveis normais de glicogênio muscular após um exercício exaustivo prolongado (CORREIA, 1996; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003).

Estudos sobre a suplementação de CHO no período de recuperação, demonstraram que após um aumento no consumo de carboidrato de 188g para 648g/dia, a ressíntese de glicogênio muscular foi proporcionalmente maior durante o período das 24 horas pós-exercício (WOLINSKY & HICKSON Jr. 1996). Em outros estudos como de Friedman et al. apud WOLINSKY & HICKSON Jr. (1996) sugerem que a suplementação de 0,7g a 1g de glicose/Kg peso corpóreo a cada 2 horas e até 6 horas após a competição ou treinamento exaustivo, será maximizada a ressíntese do glicogênio numa taxa entre 5 e 8mmol/g de peso líquido de tecido muscular/hora.

FRENTSOS & BAER (1997) também registraram um aumento dos estoques de glicogênio quando atletas consumiram suplementos nutricionais após a competição.

Outros estudos também tem realizado suas investigações com objetivo de analisar os efeitos do tipo de carboidrato ingerido na fase pós-exercício e sua influência no processo de ressíntese do glicogênio.

WONG, WILLIAMS & ADAMS (2000) examinaram os efeitos de diferentes tipos de carboidratos em nove atletas divididos em dois grupos, um suplementado com carboidrato (maltodextrina) e o outro ingeriu um placebo (PL). Estes correram a 70% VO_2 máx. em esteira ergométrica por 90 minutos seguido de 4 horas de recuperação. Durante as primeiras 3 horas dessa fase, os atletas do grupo suplementado ingeriram 6.9% de solução de CHO e os atletas do outro grupo ingeriram uma solução placebo, ambos a cada 30 minutos. Os resultados demonstraram que a ingestão de solução de CHO é mais efetiva na restauração da capacidade de resistência quando comparada com o placebo.

BOWTELL et al (2000) também investigaram os efeitos de diferentes tipos e concentrações de carboidratos na recuperação do músculo esquelético após exercício exaustivo. Os atletas participaram de três testes em cicloergômetro na seguinte ordem: 30 minutos no cicloergômetro (70% VO_2 máx) para depleção do glicogênio muscular das fibras do tipo I e II; 6 minutos de atividade separada por 2 minutos de descanso com carga dobrada (depleção do glicogênio muscular das fibras do tipo II); e 45 minutos a 70% VO_2 máx para depleção do glicogênio das fibras do tipo I e diminuir as concentrações de lactato plasmático no final do exercício, para minimizar a ressíntese de glicogênio de lactato durante o período de recuperação. Imediatamente após o teste, os atletas receberam infusão de [$1-^{13}C$] glicose, e dentro de 2 minutos do término desta, os atletas ingeriram soluções (330

ml) de carboidrato a 18.5% de polímeros de glicose, 18.5% de sacarose e 12% de sacarose. Os autores concluíram que o consumo 18.5% de polímeros de glicose após exercício exaustivo promoveu uma ressíntese mais rápido de glicogênio muscular durante as duas primeiras horas de recuperação quando comparado com a ingestão das outras soluções a 18.5% e 12% de sacarose.

KOVACS et al (2002) verificaram os efeitos do consumo de soluções com altas e baixas concentrações de CHO no período pós-exercício e conseqüências na reidratação. Neste, oito ciclistas treinados foram desidratados a 3% do peso corporal através de cicloergômetro. Durante o período de recuperação, foi ingerido soluções de CHO a 60%, 40% e 20% na primeira, segunda e terceira hora respectivamente (H), ou 24% durante as 5 horas pós-exercício (L). Concluiu-se que durante o tratamento H houve uma restauração mais rápida da proporção de volume plasmático e do balanço do fluído comparado com L.

3.2 - EFEITOS HORMONAIS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS

A demanda energética durante o exercício é aumentada à medida que a intensidade deste também aumenta, devendo haver mais glicose disponível nos músculos. Para que haja essa disponibilidade, a glicose deve ser liberada das reservas musculares e hepáticas, e portanto, a glicogenólise e gliconeogênese devem aumentar (WILMORE & COSTILL, 2001).

Durante o exercício, impulsos nervosos motores desencadeados no cérebro (“comando central”), originados no nervo sensor muscular, estimulam ou inibem a liberação de hormônios (DAVIS & BROWN, 2001).

Inicialmente, as secreções hormonais são rápidas, antecipando as necessidades metabólicas e cardiovasculares necessárias para suportar as demandas impostas pelo exercício (DAVIS & BROWN, 2001).

Estas alterações hormonais manifestam-se de maneira mais intensa com o aumento da intensidade do exercício, ocorrendo então a fadiga. Essas modificações também acontecem ou se intensificam para que o indivíduo suporte principalmente as alterações fisiológicas que ocorrem durante exercício intenso (GALBO, 1992).

Verifica-se que um dos sinais mais importantes envolvidos no controle do sistema neuroendócrino, é a diminuição na concentração da glicose sanguínea

(KJAER, 1992; WASSERMAN & CHERRINGTON, 1996), correspondentes aumentos nas concentrações de cortisol (BURGESS et al., 1991a; NIEMAN et al., 1995; THUMA et al., 1995) e quedas na insulina (BURGESS et al., 1991; MURRAY et al., 1991, 1995; UTTER et al., 1999; WASSERMAN & CHERRINGTON, 1996), os quais são demonstrados claramente em estudos com exercício envolvendo uma baixa ingestão de carboidratos.

Estes hormônios, com frequência referenciados como glicorreguladores, possuem um papel primário em manter a concentração da glicose sanguínea em níveis normais.

As respostas desses hormônios glicorreguladores para o exercício prolongado e extenuante são mais pronunciados com o aumento da duração do exercício, ou seja, quando a disponibilidade de carboidrato se torna limitada e a fadiga se desenvolve. As pequenas alterações que acontecem, principalmente no início do exercício, são específicas para que ocorra mobilização extra de nutriente energético, destinado à atender a demanda do exercício, dessa forma, modificando o metabolismo e mantendo a glicemia em nível normal (DAVIS & BROWN, 2001).

As grandes alterações hormonais que ocorrem na fase final do exercício, quando a fadiga está se instalando, são causadas pela depleção do glicogênio hepático e muscular, pela incapacidade do organismo em manter a glicemia (DAVIS & BROWN, 2001).

Todavia, essas respostas dos hormônios glicoreguladores podem ser alteradas de forma significativa com a ingestão de carboidratos imediatamente antes e durante o exercício de resistência, a qual demonstra uma atenuação dos aumentos típicos no cortisol e diminuição da insulina. Estas respostas geralmente suportam a premissa de que a manutenção da glicose sanguínea é o papel primário destes hormônios durante o exercício prolongado (DAVIS & BROWN, 2001).

Verifica-se então a importância das ações hormonais para o exercício e desempenho físico pelo fato de estarem envolvidas na maioria dos processos fisiológicos (WILMORE & COSTILL, 2001), valendo ressaltar que, especificamente o exercício de resistência, serve como um estímulo em potencial para aumentos ou quedas agudas nas concentrações dos hormônios circulantes, bem como no lactato (SMILIOS et al, 2003).

3.2.1 - CONCENTRAÇÕES PLASMÁTICAS DA GLICOSE

Normalmente, as concentrações de glicose no sangue variam de 80 a 100 miligramas por decilitro de sangue, e para ajudar na manutenção desta concentração, o corpo possui uma variedade de mecanismos, sobretudo hormônios como a insulina, a qual é liberada pelo pâncreas quando há um aumento da glicose sanguínea, além de facilitar a captação e utilização da glicose por vários tecidos do corpo (WILLIAMS, 2002).

A concentração da glicose sanguínea pode elevar-se através de alimentos com alto índice glicêmico, resultando em hiperglicemia (>140 mg por cento) a qual provocará um aumento de secreção de insulina no pâncreas. Em consequência, haverá um rápido e talvez excessivo transporte de glicose sanguínea aos tecidos, que resultará em hipoglicemia (<40-50 mg por cento), ou seja, baixa concentração de glicose no sangue (WILLIAMS, 2002).

Em uma situação específica como durante um exercício que tenha uma duração de 30 minutos ou mais, WILMORE & COSTILL (2001) relatam que as concentrações de insulina tendem a baixar, embora a concentração de glicose possa permanecer relativamente constante. Durante essa situação, a quantidade de receptores da insulina aumenta, elevando a sensibilidade do organismo a esse hormônio, e reduzindo a necessidade de manutenção de concentrações plasmáticas elevadas para o transporte de glicose para o interior das células musculares.

Porém, o principal problema da glicose sanguínea é o seu suprimento limitado, pois à medida que é utilizada durante a atividade física terá que ser reposta através do glicogênio hepático, o qual não consegue acompanhar o mesmo ritmo de utilização da glicose pelos músculos, podendo levar facilmente à hipoglicemia. Como a hipoglicemia pode interromper o funcionamento do sistema nervoso central, o corpo esforça-se para manter a concentração ideal de glicose, por isso as concentrações de insulina em geral caem durante o exercício (BURGESS et al., 1991; MURRAY et al., 1991, 1995; UTTER et al., 1999; WASSERMAN & CHERRINGTON, 1996) com o intuito de manter a glicose sérica (WILLIAMS, 2002).

Vários estudos descrevem essas alterações decorrentes do exercício de resistência, mas principalmente, as investigações tem demonstrado interesse nas respostas bioquímicas decorrentes da ingestão de carboidratos.

Pode-se verificar, por exemplo no estudo de HOROWITZ et al (1997), que após a ingestão de 0.8 g/Kg/peso de glicose, frutose e placebo 1 hora antes do exercício em cicloergômetro (60 minutos) à $44 \pm 2\%$ VO_2mx , a concentração de insulina foi elevada após a ingestão de ambos tipos de carboidratos quando comparado com o grupo placebo, enquanto que após 50 minutos do período de recuperação, essa concentração foi maior no grupo que ingeriu glicose. Da mesma forma ocorreu com a concentração de glicose plasmática que não teve diferença entre os testes durante o exercício, demonstrando valores significativos somente no período de 50 minutos após o término do exercício e quando ingerido glicose.

PÉRONNET et al (1998) investigaram a oxidação de glicose durante o exercício prolongado após dietas altas e baixas de carboidratos em seis atletas. O protocolo correspondeu à ingestão de refeições com baixo conteúdo de carboidrato (27%) e alto (80%) durante dois dias anteriores ao teste. No dia do teste, todos os atletas ingeriram 50 g de CHO em 400 ml de água, 20 minutos antes do início do teste no cicloergômetro, e durante este, ingeriram 37.5 g de glicose em 300 ml de água após, 20, 40, 60 e 80 minutos, totalizando 200g de glicose em 1.600 ml de água. A resposta da insulina foi similar em ambas situações de dieta, porém no início do exercício no cicloergômetro, a queda da insulina foi mais acentuada no grupo de atletas que realizaram refeição com alto conteúdo de carboidrato. A concentração de glicose plasmática após a ingestão de solução de CHO realizada antes do teste no cicloergômetro, foi significativamente maior quando comparada com o grupo que realizou refeição com baixo conteúdo de CHO e manteve-se estável durante todo o período do teste, ao contrário do lactato que manteve-se estável no início do teste em ambas as dietas, e ligeiramente alto no grupo que realizou refeição com alto conteúdo de CHO.

HOROWITZ et al (1999) determinaram o efeito da ingestão de carboidratos durante exercício em seis homens treinados. O protocolo utilizado foi composto de dois testes de 2 horas em cicloergômetro em ocasiões diferentes e separadas por um mínimo de 3 dias. Numa primeira ocasião, os atletas pedalarão em uma baixa intensidade ($25\% VO_2mx$) ingerindo uma solução com alto índice glicêmico (99 ± 4) após 30 minutos (0.8 g/Kg/peso), 60 minutos (0.4 g/Kg/peso) e 90 minutos de exercício (0.4 g/Kg/peso); e numa segunda ocasião realizaram a mesma ingestão, mas durante um teste de intensidade moderada no cicloergômetro ($68\% VO_2mx$). Os resultados demonstraram que a concentração do hormônio insulina durante os 60

minutos do teste de baixa intensidade, aumentou aproximadamente 3 vezes mais, e manteve-se significativamente elevada. Durante o teste de intensidade moderada essa concentração diminuiu progressivamente e foi muito baixa no final do exercício (120 min). A concentração de glicose manteve-se próxima dos níveis basais até os 60 minutos de teste de baixa intensidade, quando teve um aumento de 30% após a ingestão de CHO (0.4 g/Kg/peso). E durante teste de intensidade moderada, essa concentração diminuiu aproximadamente 25% durante a segunda hora de exercício.

Para determinar a influência da ingestão de carboidratos antes e após o exercício de resistência, MITCHELL et al (1998) utilizaram-se de 10 atletas que pedalarão durante 60 min a 75% VO_{2mx} após ingerirem uma dieta alta (8.0 g/CHO/Kg) ou baixa de CHO (0.5 g/CHO/Kg). Após o exercício, verificou-se que os níveis de glicose sanguínea na condição de dieta alta de CHO foram significativamente maiores do que na condição de dieta baixa de CHO. Da mesma forma encontrou-se resultados similares para os níveis do lactato sanguíneo, além de apresentar também altas concentrações na fase pré-exercício.

WHITLEY et al (1998) realizaram estudo com 8 ciclistas após a ingestão de refeição contendo alto conteúdo de CHO (215g) e após 4 horas, exercício em cicloergômetro durante 90 min a 70% VO_{2mx} . Quando comparou-se os atletas que ingeriram refeição com alto conteúdo de CHO com aqueles que ingeriram baixo conteúdo (50g), as concentrações de glicose sanguínea diminuiriam em ambos os testes durante os primeiros 15 minutos de exercício e manteve-se constante até os 45 minutos, declinando durante os últimos 30 minutos de exercício. Similarmente, as concentrações de insulina tiveram o mesmo efeito, apresentando maiores elevações na condição com alto conteúdo de CHO, enquanto que as concentrações de lactato não tiveram diferenças significativas.

NIEMAN et al (1998) estudaram os efeitos da ingestão de CHO em 10 triatletas. Após a ingestão de solução à 6% de CHO (maltodextrina) ou igual volume de placebo a cada 15 minutos durante 2.5h de corrida e ciclismo a 75% VO_{2mx} , observou-se que as concentrações de glicose sanguínea e insulina foram mais elevadas imediatamente após o exercício na condição CHO comparada com a condição placebo. Já as concentrações de lactato não diferiram entre as diferentes condições.

McCONNELL et al (1999) verificaram que após a ingestão de um solução de 250 ml de CHO (maltodextrina-8%) e placebo, imediatamente antes e a cada 15

minutos durante o exercício em cicloergômetro (80-90 rpm) realizado por oito atletas, a concentração da insulina foi mais alta no grupo suplementado durante o exercício (60 e 120 minutos) quando comparado com o grupo placebo, sendo que no ponto de fadiga (≤ 60 rpm) os valores foram similares. Os níveis de glicose plasmática em descanso foram similares em ambos os testes, porém foram maiores durante o exercício quando houve a ingestão de CHO, enquanto que os níveis de lactato aumentaram similarmente durante o exercício nos dois testes.

No entanto, BOWTELL et al (2000) utilizaram um protocolo no qual atletas consumiram 330 ml de uma das três bebidas contendo carboidratos (18.5% polímeros de glicose, 18.5% de sacarose e 12% de sacarose) antes de teste em cicloergômetro (70% VO_2 mx). A insulina plasmática foi aumentada após o consumo de 18.5% de polímeros de glicose e sacarose, e houve uma tendência para um aumento durante a segunda hora de recuperação com a bebida contendo polímeros de glicose comparada com a sacarose. Os autores concluíram que o aumento da resposta da insulina em relação à ingestão de polímeros de glicose, estimulou a síntese de glicogênio através do aumento do transportador GLUT-4 e a ativação do glicogênio sintetase. A glicose plasmática também foi aumentada após a ingestão dos 3 tipos de bebidas, sendo significativamente maior após o consumo da bebida contendo polímeros de glicose. As concentrações de lactato no final do teste foram ligeiramente elevadas quando comparadas com os níveis basais em repouso, sendo que este nível basal foi maior após ingestão de 12% de sacarose.

Em outro estudo, SNOW et al (2000) com o intuito de verificar os efeitos da ingestão de carboidrato (maltodextrina) em uma solução de 250ml à 8% a cada 15 minutos durante 2 horas de exercício (65% VO_2 max), ou igual volume de placebo, verificaram que os níveis da glicose plasmática e insulina foram significativamente mais elevados na condição CHO, enquanto que os níveis de lactato não diferiram entre as condições.

FEBBRAIO et al (2000) também verificaram em estudo os efeitos da ingestão de CHO (glicose) antes e durante o exercício quanto à cinética da glicose e performance. Sete atletas pedalarão durante 120 min a 63% VO_2 max. Em 4 ocasiões separadas, os atletas receberam bebidas contendo CHO 30 minutos antes do respectivo exercício e durante o mesmo, em concentrações à 6.4% ou 25.7% de CHO. Observaram após o respectivo teste que, as concentrações de glicose plasmática elevaram-se após o consumo de CHO pré-exercício aos 10, 20 e 30

minutos pós-ingestão comparado com uma condição placebo. Da mesma forma, as concentrações de insulina tiveram o mesmo efeito.

Outro estudo com objetivos semelhantes ao descrito anteriormente (McCONNELL et al, 2000) observou que, após a ingestão de solução à 6% de CHO (maltodextrina) durante exercício até a exaustão ($83 \pm 1\%$ VO_2 max.) em treze triatletas e ciclistas, as concentrações de glicose plasmática foram mais altas durante o exercício quando comparada com a condição placebo. Já as concentrações de insulina declinaram significativamente em ambas condições (CHO e placebo), e os níveis de lactato foram similares tanto em descanso como durante o exercício.

Ainda, FRITZSCHE et al (2000) em estudo com oito ciclistas com o objetivo de investigar os efeitos da ingestão de CHO durante exercício em cicloergômetro (62% VO_2 max.), relatam que, após a ingestão de bebida com CHO (6%), houve um rápido aumento nas concentrações de glicose e insulina. As concentrações de lactato apresentaram aumento significativo somente do 19º minuto ao 109º minutos de exercício (total tempo exercício = 121min.).

GALLOWAY et al (2001) relataram estudo com 6 atletas após desenvolverem exercício até a exaustão em cicloergômetro (80% VO_2 max), com ingestão de soluções com CHO (maltodextrina) imediatamente antes e a cada 10 minutos do exercício. As soluções tinham concentrações de 2, 6 ou 12%. Os resultados obtidos dessa investigação foi de que a concentração de glicose sanguínea foi afetada pelas diferentes soluções, sendo significativamente maior durante o exercício com as soluções 6 e 12% comparado com a ingestão de solução placebo (0%). Nenhum efeito da ingestão das soluções com CHO foi observado na resposta do lactato sanguíneo.

Com o intuito de verificar os efeitos da ingestão de CHO na cinética da glicose durante o exercício, ANGUS et al (2001) realizaram protocolo experimental com 6 atletas de resistência, os quais completaram 60 min de exercício a $68 \pm 2\%$ VO_2 max em duas ocasiões separadas por 1 semana. Os atletas ingeriram soluções à 6% de glicose (CHO) ou placebo (PL). Após os testes, os autores encontraram resultados de que as concentrações de glicose plasmática foram mais altas na condição CHO após 40 min de exercício, enquanto que as concentrações de insulina e lactato não tiveram diferenças significativas entre as condições.

WELSHE et al (2002) em estudo com sujeitos fisicamente ativos com o intuito de designar os efeitos da ingestão de soluções à 6% de CHO (maltodextrina) durante 60 minutos de exercício, relatam que as concentrações de glicose sanguínea e insulina foram significativamente elevadas quando comparadas com os sujeitos que ingeriram solução placebo, ao contrário das concentrações de lactato que não obtiveram diferenças significativas entre as diferentes condições.

Já IVY et al (2002) realizaram estudo com 7 ciclistas após pedalar por 2.5h para depleção dos estoques de glicogênio, os quais receberam suplementos líquidos com alto conteúdo de CHO (108g) e baixo (80g) imediatamente após o exercício (10 min.) e 2h após. Dentro dos 30 minutos após a ingestão do primeiro suplemento, os níveis de glicose dos ciclistas aumentaram significativamente com o suplemento com alto conteúdo de CHO. Entretanto, as concentrações de insulina não diferiram entre os tratamentos, assim como o lactato, embora tenha apresentado elevação significativa durante o exercício.

UTTER et al (2002) com o propósito de investigar os efeitos da disponibilidade de carboidrato durante uma competição de maratona, observaram que, após a ingestão de 650ml de bebida com CHO (6%) no período de 30 minutos antes da competição e 500ml a cada 3,2 Km de maratona, as concentrações de glicose plasmática, insulina e lactato foram significativamente mais elevadas quando comparadas com os maratonistas que ingeriram placebo.

NIEMAN et al (2003) verificaram a influência da ingestão de carboidratos em 16 maratonistas após dois testes em esteira ergométrica (3h) em duas ocasiões separadas por 4 semanas. No dia do teste, os maratonistas ingeriram 15-30 minutos antes uma solução de maltodextrina a 6% (CHO) e solução placebo (PL), e a cada 15 minutos deste. Os resultados desse estudo mostraram que após o exercício os níveis da insulina e glicose plasmática foram significativamente diferentes entre os grupos CHO e PL, indicando um nível mais elevado de ambas as concentrações para o grupo suplementado (CHO).

AINSLIE et al (2003) também encontraram níveis altos de insulina durante atividade de caminhada na montanha (21 Km). Verificaram que após a ingestão de uma refeição com baixo teor energético (616 Kcal), as concentrações de insulina foram omitidas imediatamente após o exercício comparado com valores pré-exercício; enquanto na condição de alto teor energético (3,019 Kcal) essas concentrações foram significativamente elevadas em todo o percurso. As

concentrações de glicose plasmática foram significativamente menores imediatamente após a caminhada no grupo placebo.

Em estudos mais recentes, como o de BORSHEIM et al (2004) com o propósito de investigar os efeitos da ingestão de 100g de CHO 1h após exercício de resistência em dezesseis atletas fisicamente ativos, verificaram que, após o exercício, os níveis de glicose sanguínea e insulina aumentaram de forma significativa quando comparado com o grupo que ingeriu placebo.

McFARLIN et al (2004) também analisaram os efeitos da ingestão de CHO durante exercício de resistência em 12 atletas. Os mesmos realizaram exercício em cicloergômetro (75-80% VO_2 max) e consumiram bebidas contendo maltodextrina (250ml com 15g/CHO) ou volume similar de placebo a cada 15 minutos de exercício. As concentrações de glicose sanguínea foram significativamente mais elevadas imediatamente pós-exercício nos atletas que ingeriram maltodextrina, quando comparadas com aqueles que ingeriram placebo.

E ainda, em mais um estudo recente de UTTER et al (2004) com dezesseis maratonistas, verificou-se que, após a realização de 3h de maratona sob a ingestão de bebidas com maltodextrina (6%) ou placebo, 15-30 minutos antes da corrida e a cada 15 minutos dessa, houveram alterações significativas nas concentrações de glicose, insulina e lactato, apresentando-se com níveis mais altos pós-corrída sob a condição CHO.

Existem outros hormônios que ajudam a manter ou aumentar as concentrações de glicose na sangue durante o exercício, como o cortisol, que sofre determinadas respostas mediante o exercício. Este hormônio regulador normalmente aumenta durante os estágios finais do exercício prolongado, quando o nível de carboidrato endógeno diminui significativamente (POWERS & HOWLEY, 2001).

De acordo com BURGESS et al (1991), NIEMAN et al (1995) e THUMA et al (1995), o exercício prolongado e extenuante pode causar quedas previsíveis na glicose sanguínea e correspondentes aumentos nas concentrações de cortisol.

Com os níveis de cortisol aumentados durante o exercício, o catabolismo protéico aumenta ainda mais, liberando aminoácidos para serem utilizados pelo fígado (gliconeogênese) (WILMORE & COSTILL, 2001). WILLIAMS (2002) coloca que as concentrações de cortisol normalmente aumentam durante o estresse do exercício, assim como a glicose sanguínea que geralmente aumenta durante os estágios iniciais do exercício e é mantida por esses mecanismos hormonais.

Verifica-se que, em estudos que se utilizaram de protocolos tipicamente similares onde houve a ingestão de 30 a 60 g de CHO por hora durante o exercício, foram encontrados resultados de que essa ingestão atenuou as respostas dos hormônios glicoreguladores. Em contraste, quando sujeitos ingeriram somente 13 g carboidrato por hora durante exercício a 70% VO₂max, não houve efeito no cortisol nem na insulina (BURGESS et al., 1991a).

WHITLEY et al (1998) investigaram em oito ciclistas os efeitos da composição da refeição pré-exercício nas variáveis metabólicas e de performance durante exercício de endurance. Os autores concluíram que, após a ingestão de refeição contendo alto conteúdo de carboidrato (215g), 25,8 g de proteína e 3.3g de gordura, ingerida 4 horas antes de teste no cicloergômetro a 70% VO₂mx (90 minutos), quando comparada com uma refeição com baixo conteúdo de carboidrato (50g CHO, 80g gordura e 14g proteína) ou em jejum, as concentrações de cortisol aumentaram progressivamente durante o exercício.

Em outro estudo, NIEMAN et al (1998) verificaram que após a ingestão de soluções de carboidrato (6%) durante exercício de 2,5 horas à 75% VO₂mx, realizado por 10 triatletas, a concentração de cortisol plasmático foi significativamente diferente em relação à condição de placebo, e os valores tenderam ser menores no grupo suplementado na maior parte do período de recuperação.

MITCHELL et al (1998) utilizaram-se de 10 atletas para determinar a influência da ingestão de carboidratos antes e após o exercício de resistência. Os respectivos atletas pedalarão durante 60 min a 75% VO₂mx após ingerirem uma dieta alta (8.0 g/CHO/Kg) ou baixa de CHO (0.5 g/CHO/Kg). Os resultados demonstraram que as concentrações de cortisol apresentaram-se em níveis mais baixos sob a condição com alto conteúdo de CHO comparado com a condição de dieta baixa de CHO.

McCONNELL et al (2000) também observaram os efeitos dos níveis de cortisol em estudo realizado com triatletas durante exercício intenso de endurance, no qual verificaram que após a ingestão de solução de glicose (6%) durante um exercício à 83% VO₂mx até exaustão, o nível do cortisol plasmático aumentou significativamente durante o exercício.

Outro estudo (ANGUS et al, 2001) com o intuito de verificar os efeitos da ingestão de CHO na cinética da glicose durante o exercício, realizou protocolo

experimental com 6 atletas de resistência, os quais completaram 60 minutos de exercício a $68 \pm 2\%$ VO_2 max em duas ocasiões separadas por 1 semana. Após a ingestão de soluções à base de glicose (6%) ou placebo durante o exercício, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as concentrações de cortisol quando comparadas as condições CHO e placebo.

Com o propósito de investigar os efeitos da disponibilidade de carboidrato durante uma competição de maratona, UTTER et al (2002) observaram que, após a ingestão de 650ml de bebida com CHO (6%) no período de 30 minutos antes da competição e 500ml a cada 3,2 Km de maratona, as concentrações de cortisol foram significativamente mais elevadas na condição placebo quando comparadas com os maratonistas que ingeriram a solução com CHO.

AINSLIE et al (2003) ao investigarem os efeitos da ingestão de uma refeição com baixo teor energético (74 g CHO, 26g gordura e 15 g proteína - 616 Kcal) em atividade de caminhada na montanha (21 Km), verificaram que as concentrações de cortisol foram significativamente mais altas após o exercício quando comparado com a ingestão de refeição com alto teor energético (401 g CHO, 135g gordura e 74g proteína - 3,019 Kcal).

Com o objetivo específico de investigar os efeitos da ingestão de CHO na resposta do hormônio cortisol, GREEN, CROAKER & ROWBOTTOM (2003) realizaram estudo com seis ciclistas os quais pedalarão por 2.5h a 85% VO_2 max. Cada ciclista consumiu igual volume de bebida com CHO (6% - 3.2g/maltodextrina/Kg) ou placebo a cada 15 minutos do exercício. A concentração de cortisol foi significativamente mais baixa imediatamente pós- exercício na condição CHO comparado com placebo.

Ainda, NIEMAN et al (2003) verificaram a influência da ingestão de carboidratos em 16 maratonistas após dois testes em esteira ergométrica (3h) em duas ocasiões separadas por 4 semanas. No dia do teste, os maratonistas ingeriram 15-30 minutos antes uma solução de carboidrato a 6% (CHO) e solução placebo (PL), e a cada 15 minutos deste. Os resultados desse estudo mostraram que após o exercício os níveis de cortisol declinaram em 24% e 3.4% nos maratonistas que ingeriram CHO e placebo, respectivamente.

Em estudos mais recentes, como de UTTER et al (2004), verificaram que, após a realização de 3h de maratona de dezesseis maratonistas com ingestão de bebidas com CHO (6%) ou placebo, 15-30 minutos antes da corrida e a cada 15

minutos dessa, houveram alterações significativas nas concentrações de cortisol, revelando um declínio de 24% sob a condição CHO e 3.4% na condição placebo.

As alterações do cortisol verificadas nos estudos descritos anteriormente, também podem ser explicadas mediante estudo realizado por SMILIOS et al (2003) com o objetivo de investigar as respostas hormonais através da aplicação de vários protocolos de exercício. Nessa investigação foi verificado que, o exercício de resistência ocasiona maiores alterações do hormônio cortisol em relação à outros protocolos (força máxima, hipertrofia muscular, resistência de força), apresentando concentrações mais elevadas durante o exercício.

Para finalizar, pode-se observar que os hormônios descritos (insulina e cortisol) podem aumentar ou diminuir a quantidade de glicose plasmática, durante ou logo após um evento esportivo, o que dependerá da ingestão ou não de carboidratos.

Sabe-se que as concentrações séricas de glicose podem aumentar de 40 a 50% acima do nível de repouso, demonstrando uma maior disponibilidade da glicose pelo fígado do que sua captação pelos músculos. Especificamente em exercícios prolongados, a taxa de liberação de glicose pelo fígado relaciona-se mais intimamente com as necessidades do músculo, mantendo a concentração plasmática de glicose no nível do repouso ou levemente aumentada. Na maioria dos casos, essas concentrações começam a declinar quando as reservas de glicogênio hepático são exauridas, nesse momento, o carboidrato ingerido durante a atividade torna-se um fator importante na manutenção das concentrações de glicose (WILMORE & COSTILL, 2001).

4 - METODOLOGIA

Atletas de centros de treinamento das modalidades esportivas de duathlon foram convidados a participar do estudo, através de uma notificação oficial (documento escrito), na qual receberam todas as informações necessárias.

Todos os atletas que concordaram em participar do estudo foram informados sobre a proposta da investigação, os quais assinaram um termo de consentimento (anexo) que foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFPR.

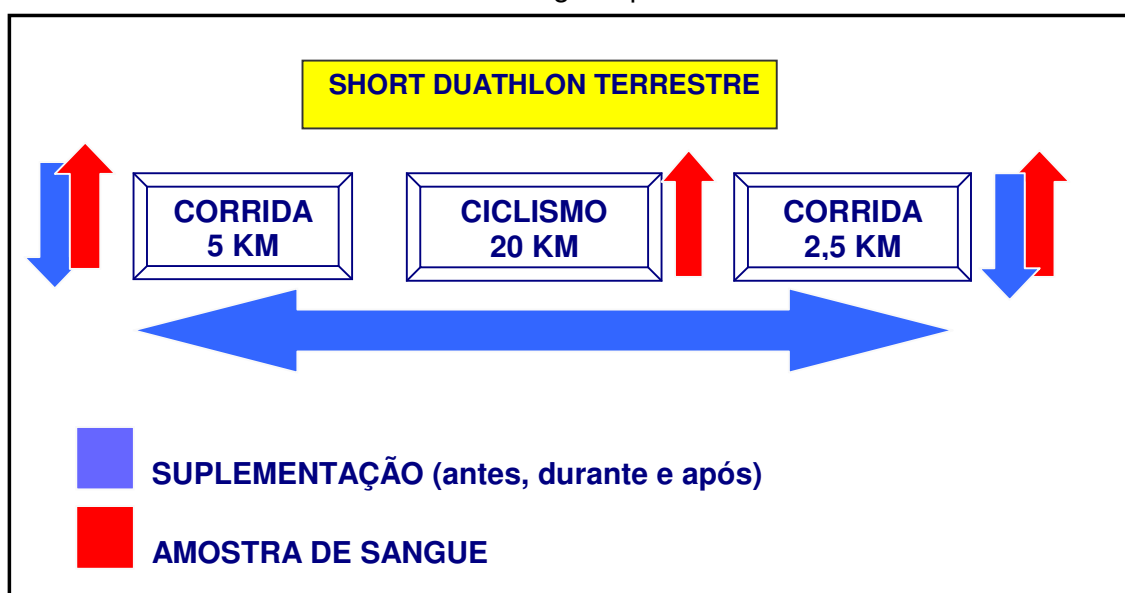
4.1 - DESENHO EXPERIMENTAL

Este estudo trata-se de um experimento duplo-cego.

Os atletas realizaram as duas modalidades esportivas que compõem o short duathlon terrestre: corrida (5 Km), ciclismo (20 Km) e corrida (2,5 Km) durante uma competição simulada e receberam suplementos líquidos com carboidratos e com placebo, antes, durante e após a competição. Amostras de sangue foram coletadas antes, durante e após a competição para análise dos níveis de glicemia, lactato, insulina e cortisol. A competição teve uma duração média de 1h15min.

Esse design experimental pode ser visualizado na figura 1.

FIGURA 1 – Demonstrativo do Design Experimental



4.2 - POPULAÇÃO E AMOSTRA:

4.2.1 - POPULAÇÃO

A população foi constituída por atletas de duathlon da cidade de Curitiba/PR.

4.2.2 - AMOSTRA

A seleção da amostra foi voluntária, onde a distribuição dentro dos grupos foi de acordo com o VO_2 máximo de cada atleta. Participaram do estudo um total de 14 duatletas do sexo masculino, na faixa etária de 17 a 35 anos, participantes de centros de treinamento de Curitiba/Pr.

4.3 – INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

4.3.1 - Inquérito Dietético: foi realizado um registro alimentar na semana da realização da competição simulada para controle da alimentação dos atletas. O protocolo utilizado foi um registro de alimentos que requer a anotação pelo atleta de todos os alimentos e bebidas consumidos em três dias da semana (incluindo modo de preparação e quantidade), sendo que apenas um dos dias deveria ser no final de semana, evitando-se feriados ou outros dias especiais. Além do registro alimentar, também foram anotados o local da alimentação e a hora (TRITSCHLER, 2003).

4.3.2 - Composição Corporal: foi mensurada a composição corporal dos atletas na semana de realização da prova simulada para caracterização da amostra. As variáveis antropométricas coletadas foram: massa corporal (MC), estatura (ES), sete dobras cutâneas: subescapular (SE), tríceps (TR), peitoral (PE), axilar média (AXM), supra-ilíaca (SI), abdômem (AB) e coxa (CX); e dois perímetros: abdômem (PAB) e antebraço (PAT).

A estatura foi mensurada por meio de um estadiômetro com escala de medida de 0,1 cm, e o peso corporal através de uma balança digital, marca *Filizola* com precisão de 100g. As medidas de dobras cutâneas foram realizadas através de um adipômetro da marca Harpender com escala de unidades de 0,2 mm e interpolação de medida de 0,1 mm com pressão constante de 10 g/mm². As medidas foram realizadas três vezes em cada local em ordem rotacional (alternada), considerando o valor intermediário como resultado final. Para a mensuração dos perímetros de

abdômen e antebraço utilizou-se de uma fita métrica metálica com precisão de 1 mm.

Para cálculo da densidade corporal utilizou-se a equação desenvolvida por JACKSON & POLLOCK (1978), no qual se utiliza de sete dobras cutâneas (SE, TR, PE, AXM, SI, AB,CX), idade e perímetro do abdômem e antebraço. E o percentual de gordura (%G) foi estimado por meio da equação de SIRI (1961) $\%G = (495/D) - 450$, onde %G= percentual de gordura; D= densidade (g/ml).

EQUAÇÃO DE JACKSON & POLLOCK (1978)

$$D = 1,101 - 0,0004115 (\sum 7DC) + 0,00000069 ((\sum 7DC)^2) - 0,00022631 (ID) - 0,0059239 (PAB) + 0,0190632 (PAT)$$

4.3.3 - Teste de Consumo Máximo de O₂: para realizar a distribuição dos atletas dentro dos diferentes grupos, foi realizado na semana da competição simulada, o teste de consumo máximo de oxigênio direto através do protocolo de Bruce para esteira, uma vez que a amostra foi constituída de sujeitos regularmente ativos com predominância de participação em modalidades de corrida.

O protocolo de Bruce tem a duração de 8 a 18 minutos, de acordo com o condicionamento físico de cada sujeito. Cada estágio dura 3 minutos, no qual a velocidade e inclinação da esteira mudam ao mesmo tempo (DOCHERTY, 1996; HEYWARD, 1998; ACSM, 2000).

A esteira utilizada para o teste foi da marca ECAFIX (EG700X).

O teste de consumo máximo foi realizado em circuito aberto, onde a análise dos gases foi de forma direta, utilizando-se o analisador de gases da marca PARVO MEDICS (MMS 2400) e do software PARVO MEDICS TRUE MAX 2400.

Este teste teve o acompanhamento de uma médica.

Tabela 1 - Estágios do teste de Bruce

Estágio	Mph	Velocidade (Km.h ¹)	Inclinação	Minutos
1	1,7	2,74	10%	3
2	2.5	4,02	12%	3
3	3.4	5,47	14%	3
4	4.2	6,76	16%	3
5	5.0	8,05	18%	3
6	5.5	8,85	20%	3

Adaptado do ACSM (2000).

4.3.4 - Suplementação: os atletas foram divididos em três grupos: Grupo 1 (G1), Grupo 2 (G2) e Grupo 3 (G3). Os respectivos grupos receberam suplementação de maltodextrina (G1) da marca D. N. A (design nutrição avançada); placebo (G2) elaborado através de Suco Clight sabor abacaxi; e D-glicose Anidra (G3) da Labsynth Produtos. Foi adicionado 0,25 g/l de suco clight sabor abacaxi nos suplementos de maltodextrina e glicose para dar sabor aos mesmos.

Os respectivos suplementos foram ingeridos em três momentos distintos da competição simulada.

No primeiro momento, a suplementação foi ingerida 30 minutos antes da competição, numa concentração a 6% de carboidratos (30g/CHO/500ml).

No segundo momento, a suplementação foi ingerida a cada 15 minutos durante a competição, numa concentração a 6% de carboidratos (12g/CHO/200 ml).

No terceiro momento, a suplementação foi ingerida imediatamente após a competição, numa concentração a 6% (18g/CHO/300ml).

4.3.5 - Exames Laboratoriais: Todas as análises bioquímicas foram realizadas no Serviço de Análises Clínicas do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (SAC/UFPR).

As amostras de sangue foram obtidas através de coleta à vácuo, na veia antecubital de cada duatleta, em três momentos distintos da competição simulada: 1 hora antes do início da prova (repouso); durante a passagem da prova de ciclismo

para a corrida ($\pm 1h 47$ em relação à 1ª coleta) e; imediatamente após o término da prova, e logo após a ingestão do suplemento ($\pm 2h 11$ em relação à 1ª coleta).

Cada amostra de sangue foi separada em dois tubos: um contendo fluoreto (4ml), para análise de glicose e lactato; e outro (8ml) contendo gel separador para análise de insulina e cortisol.

Segue abaixo os procedimentos operacionais para análise bioquímica de cada uma das amostras citadas.

- Determinação da Glicemia:

A concentração de glicose circulante foi realizada pelo método Glicose Hexoquinase II (GLU H II) através do Kit Glicose Hexoquinase II e reativos ADVIA 1650 (Bayer).

Princípio: a glicose é fosforilada com adenosina trifosfato (ATP) na presença de hexoquinase. A gli-6-fosfato que se forma se oxida na presença da glicose-6-fosfato desidrogenase, causando a redução do NAD a NADH. A leitura da absorbância do NADH se mediu a 340 nm como reação de ponto final.

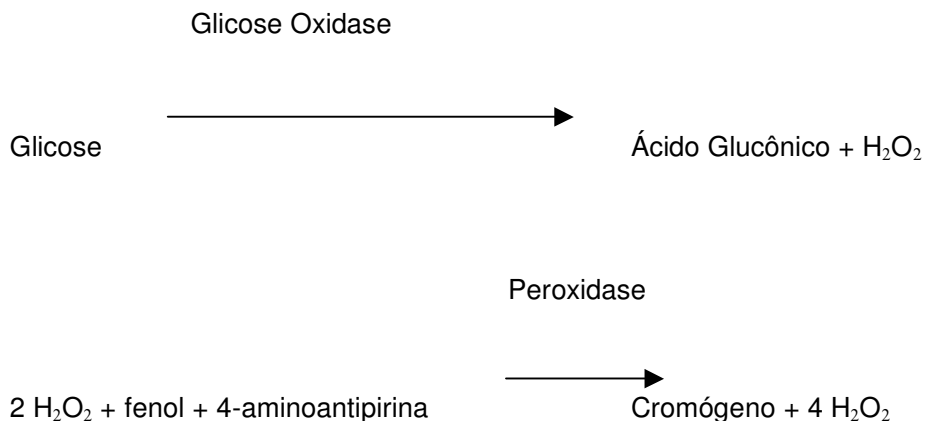
Amostra: plasma fluoretado

Equipamento: ADVIA 1650 e MEGA

Calibrador: Set point (Bayer) reconstituído com 3 ml de água destilada e após, separação de alíquotas de 300 μ l.

Controles: Test point 1 e 2 (Bayer) reconstituído com 10 ml de diluente próprio do Kit, e após, separação de alíquotas de 500 μ l.

A glicose presente na amostra foi dosada de acordo com a reação:



A intensidade de cor emitida é diretamente proporcional à quantidade de glicose na amostra de soro. A concentração de glicose foi expressa em mg/dl, calculada pela fórmula:

$$[\text{GLICOSE}] = \frac{\text{D.O amostra}}{\text{D.O padrão}} \times n$$

GLICOSE = Concentração de glicose na amostra;

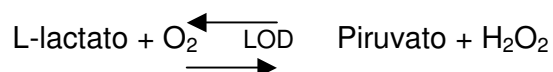
D.O = Densidade ótica

N = Concentração do padrão (100mg/100ml)

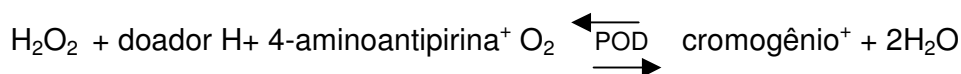
- Determinação do Lactato Sérico:

Determinado por método enzimático colorimétrico, segundo ENGLE & JONES (1978).

Princípio: O L-lactato é oxidado em piruvato pela enzima específica lactato oxidase (LOD).



A peroxidase (POD) é utilizada para gerar um corante, empregando o peróxido de hidrogênio gerado no decorrer da primeira reação.



A intensidade da cor formada é proporcional à concentração de L-lactato.

Amostra: plasma fluoretado

Kit Lactato: Roche/Hitachi

Calibrador: C.f.a.s – Roche/Hitachi

Analisador: Cobas Mira - ROCHE

Controles: Precinorm U Plus e

Precipath U Plus – Roche/Hitachi

A medida da absorbância para o lactato sérico, foi calculada a concentração desta em $\mu\text{mol/ml}$, pela fórmula:

$$[\text{LACTATO}] = \frac{\text{D.O}}{6,22} \times \frac{\text{V1}}{\text{V}} \times \frac{\text{V2}}{\text{V3}} \times \frac{\text{V4}}{\text{V5}}$$

LACTATO = Concentração de lactato produzido;

D.O = Densidade ótica da amostra;

6,22 = constante;

V1 = volume da amostra + tampão de ensaio;

V = volume da amostra;

V2 = volume do soro com proteínas + TCA;

V3 = volume do soro com proteínas;

V4 = volume do soro desproteínizado + volume de neutralização;

V5 = volume de soro desproteínizado

- Determinação da Insulina Sérica e Cortisol:

A insulina foi determinada pelo método Imunoensaio Imunométrico.

A análise da insulina foi realizada em equipamento de automação IMMULITE 2000, onde os reagentes necessários para a reação de quimiluminiscência já ficam acondicionados sob refrigeração no interior do equipamento permanentemente.

Princípio: O sistema IMMULITE 2000 utiliza esferas de poliestireno revestidas com uma camada de anticorpo. Uma esfera revestida é dispensada em um tubo de reação, o qual serve de recipiente para os processos de incubação, lavagem e desenvolvimento do sinal. Após a amostra ser incubada com o conjugado de Fosfatase Alcalina, a mistura é separada da esfera revestida pelo movimento de rotação do tubo de reação, o qual atinge grandes velocidades sobre seu eixo vertical.

O fluido é transferido para uma câmara de lavagem, que constitui parte integrante da estação de lavagem das esferas revestidas e tubos. Num intervalo de segundos ocorrem 4 lavagens da pérola, a qual fica desprovida de qualquer fração não ligada. A fração ligada é então quantificada utilizando um substrato de dioxetano para produzir luz. A luz é emitida quando o substrato quimiluminescente reage com a fração de fosfatase alcalina ligada à esfera revestida. A quantidade de

luz emitida é proporcional à quantidade do analito na amostra. A emissão de luz é detectada pelo tubo fotomultiplicador (PMT) e os resultados são calculados utilizando-se uma curva padrão.

Amostra: tubo com gel separador.

Equipamentos: Centrífuga e Analisador IMMULITE 2000.

Calibradores: Kit com 2 frascos, cada um com insulina liofilizada. Adição de 4 ml de água destilada e aguardo de total dissolução.

Controles: Utilizou-se os dois níveis do controle de insulina que acompanham o Kit (DPC-Medlab). Após a reconstituição de cada nível com 4 ml de água destilada, aguardou-se 30 minutos (homogeneização e alíquota).

As concentrações de cortisol foram determinadas pelo método Imunoensaio Competitivo (Analisador IMMULITE 2000), seguindo o mesmo princípio da insulina.

Amostra: tubo com gel separador.

Equipamentos: Centrífuga e Analisador IMMULITE 2000.

Calibradores: Kit com 2 frascos, cada um com 3 ml de solução de cortisol em matriz de soro humano.

Controles: Utilizou-se os três níveis do CON 6 (DPC-Medlab). Após a reconstituição de cada nível com 6 ml de água destilada, aguardou-se 30 minutos (homogeneização e alíquota).

4.4 – TRATAMENTO DOS DADOS

O programa STATISTICA for Windows (1999) versão 5.5 foi utilizado para análise dos dados. As variáveis foram analisadas através do teste não-paramétrico Friedman, o qual buscou identificar se houveram diferenças significativas entre as diferentes fases de um mesmo grupo; e o teste Kruskal–Wallis, também foi utilizado com a finalidade de identificar se houveram diferenças significativas entre os diferentes grupos. Com a finalidade de complementar a análise do teste de Friedman e Kruskal-Walis, um teste de comparações múltiplas foi utilizado para identificar onde ocorreram tais diferenças significativas.

Para efeitos estatísticos o nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

5 - RESULTADOS

A tabela 2 apresenta os valores descritivos das características físicas dos duatletas que participaram do estudo.

TABELA 2 – Valores médios e desvios-padrões das características físicas, composição corporal, VO₂ máx. e FC.

	ATLETAS (n=14)
Idade (anos)	27,11 ± 8,75
Estatura (m)	1,77 ± 8,12
Peso Corporal (Kg)	69,26 ± 6,52
Gordura Corporal (%)	11,4 ± 1,63
Somatório de DC (mm)	54,2 ± 7,77
VO ² máx G1(ml-Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	62,14 ± 7,83
VO ² máx G2(ml-Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	62,14 ± 6,86
VO ² máx G3(ml-Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	64,41 ± 4,36
FC repouso (bpm)	59,55 ± 4,89

Valores estão em média ± desvio padrão; VO² máx, consumo máximo de oxigênio; DC, Dobras Cutâneas; FC, frequência cardíaca.

Pode-se verificar que os respectivos duatletas apresentaram as médias nas seguintes variáveis: 27,11 anos, 1,77 m de estatura, 69,26 Kg de peso corporal, 54,2 mm de somatório de dobras cutâneas, 11,4% de percentual de gordura, 59,55 bpm de frequência cardíaca de repouso e respectivamente 62,14 ml-Kg⁻¹.min⁻¹, 62,14 ml-Kg⁻¹.min⁻¹ e 64,41 ml-Kg⁻¹.min⁻¹ de VO² máximo para G1, G2 e G3.

Na tabela 3, observa-se a descrição dos valores obtidos dos exames laboratoriais realizados em G1, G2 e G3 em cada fase da competição.

TABELA 3 – Valores médios e desvios-padrões dos exames laboratoriais realizados em cada fase da competição.

		GLICEMIA	INSULINA	LACTATO	CORTISOL
		X ± SD	X ± SD	X ± SD	X ± SD
ANTES	G1	5,4 ± 0,3	9,8 ± 5,9	1,4 ± 0,2	13,1 ± 2,8
	G2	5,2 ± 0,4	11,3 ± 10,1	2,0 ± 1,1	13,1 ± 3,8
	G3	5,3 ± 0,9	10,9 ± 5,6	2,0 ± 1,6	15,2 ± 3,6
DURANTE	G1	6,4 ± 0,5	7,5 ± 2,4	10,3 ± 2,9	23,6 ± 5,8
	G2	5,8 ± 1,2	6,5 ± 1,0	9,6 ± 1,0	22,4 ± 5,6
	G3	6,4 ± 1,7	12,3 ± 6,5	12,3 ± 1,1	30,4 ± 10,3
APÓS	G1	7,0 ± 0,4 *†	8,1 ± 2,1	5,2 ± 1,2 *	20,8 ± 5,2 *
	G2	4,7 ± 0,7 *†	6,8 ± 4,6	6,1 ± 2,8 *	25,1 ± 4,3 *
	G3	-----	-----	-----	-----

Valores estão em média (X) e desvio-padrão (SD); G1 = grupo maltodextrina; G2 = grupo placebo; G3 = grupo glicose. Unidades de Medida: Glicemia, mmol/l; Insulina, µU/ml; Lactato, mmol/l; Cortisol, µg/Dl. * Diferença significativa entre as fases do mesmo grupo; p< 0,05; †Diferença significativa entre grupos diferentes; p< 0,05. A fase pós-competição do G3 não foi possível analisar devido a ocorrência de amostras hemolisadas e mortalidade experimental.

De acordo com a tabela 3, verifica-se que o G1 apresentou uma diferença significativa (p=0,00674) nas concentrações de glicemia entre a fase antes e pós-competição, indicando um aumento dos níveis de glicose sanguínea durante o decorrer da competição.

O G2 apresentou uma diminuição significativa (p=0,04980) nos níveis de glicemia em relação à fase pós-competição. Quando comparou-se os grupos G1 e G2 quanto aos níveis de glicemia, não foram encontradas diferenças significativas entre as fases pré e durante a competição, porém, encontrou-se uma diferença significativa (p=0,0086) na fase pós-competição. E ao comparar os grupos G1, G2 e G3 nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as fases pré e durante a competição.

Não foram encontradas diferenças significativas nas concentrações de insulina durante as fases da competição quando comparados os diferentes grupos. Embora verificou-se uma elevação dos níveis desse hormônio ao final da competição no G1 ($X = 15,1 \mu\text{UI/ml}$), nenhuma diferença significativa foi observada.

Com relação às concentrações de lactato, pode-se observar de acordo com a tabela 3 que, tanto para o G1 como para G2, foram encontradas diferenças significativas na fase pós-competição (G1, $p=0,00832$; G2, $p=0,015$).

Porém, quando comparou-se os níveis do lactato entre os grupos (G1, G2 e G3), não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das fases da competição.

Observou-se uma diferença significativa ($p=0,04078$) nas concentrações de cortisol no G1 na fase pós-competição, verificando-se uma diminuição nos níveis desse hormônio.

Em relação às concentrações de cortisol no G2, verificou-se uma diferença significativa ($p=0,015$) na fase após a competição, demonstrando uma elevação nas concentrações desse hormônio ao final da competição.

Quando analisado os três grupos (G1, G2 e G3), nenhuma diferença significativa foi observada nos níveis de cortisol.

6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Concentrações da Glicemia e Insulina.

Dados deste estudo indicam que, quando os duatletas ingeriram maltodextrina (G1), houve um aumento significativo nos níveis de glicemia no decorrer da competição, quando comparado com G2 (placebo). O G2 apresentou uma queda nos níveis de glicemia, demonstrando uma diferença significativa na fase pós-competição.

Essa diferença significativa nos níveis de glicemia no G1 e G2 na competição, é usualmente observada em estudos, como por exemplo de COYLE e tal (1986), WRIGHT et al (1991), HOROWITZ et al (1997), PÉRONNET et al (1998), NIEMAN et al (1998), McCONNELL et al (1999), FEBBRAIO et al (2000), BOWTELL et al (2000), WONG, WILLIAMS & ADAMS (2000), FRITZSCHE et al (2000), SNOW et al (2000), GALLOWAY et al (2001), ANGUS et al (2001), UTTER et al (2002), WELSHE et al (2002), NIEMAN et al (2003), ANDREWS et al (2003), AINSLIE et al (2003), BORSHEIM et al (2004), VOLEK (2004) e McFARLIN et al (2004).

Esse resultado mais elevado nos níveis de glicemia no G1 após a competição, deve-se principalmente à combinação da ingestão de CHO (maltodextrina) antes e durante a competição, a qual exerce um efeito adicional sobre a performance física quando comparado com uma situação em que o CHO é ingerido somente em uma única fase da competição (WRIGHT et al, 1991).

Um dos efeitos adicionais observados da ingestão de CHO (maltodextrina) nas fases da competição, refere-se à elevação dos níveis de glicemia, como observado no resultado obtido pelo G1. Essa elevação é imprescindível para a performance física, pois altas concentrações de glicose, favorecem a síntese de glicogênio muscular (HARGREAVES, 1995), e uma diminuição nessas concentrações, pode levar à fadiga durante a competição (BOWTELL et al, 2000).

Essa eficácia da ingestão de CHO para aumentar a síntese de glicogênio, pode ser explicada de duas formas: primeiro, por uma maior disponibilidade do substrato, através do aumento da concentração de glicose sanguínea, como verificado no G1; e segundo, pelo aumento da concentração da insulina sistêmica,

considerado como um potencial ativador da síntese de glicogênio, que também pode ser verificado em G1, embora nenhuma diferença significativa foi encontrada

Tem sido demonstrado que o aumento da glicose circulante, através da ingestão de CHO (maltodextrina), atenua injúrias como a hipoglicemia e produção da glicose hepática (ANGUS et al, 2001).

Verifica-se também que, a suplementação de CHO (maltodextrina) produz um aumento nos estoques de glicogênio muscular, permitindo que a competição se prolongue ou que a performance seja melhorada mediante o retardo do início da fadiga. Este atraso da fadiga, deve-se principalmente à prevenção do declínio da concentração da glicose sanguínea, a qual facilita proporções elevadas da oxidação de CHO durante os estágios finais da competição (ANDREWS et al, 2003).

Com relação ao aumento da glicemia na fase pós-competição do G1 quando comparado com o G2, verifica-se que esse resultado corrobora com estudos (RAUCH et al, 1995; WONG, WILLIAMS & ADAMS, 2000; KOCH et al, 2001; BOWTELL et al, 2000; ANDREWS et al, 2003) que, demonstraram que os níveis da glicemia são mais elevados após a ingestão de um suplemento à base de maltodextrina, quando comparado com outros tipos de CHO e placebo. Esse resultado é demonstrado tanto imediatamente após a competição, como verificado nos dados obtidos dessa investigação, como também aos 40, 60 e até 100 minutos do período de recuperação, observado nos estudos de LANGENFELD et al (1994), RAUCH et al (1995), WONG, WILLIAMS & ADAMS (2000), KOCH et al (2001), BOWTELL et al (2000), GREEN, CROAKER & ROWBOTTOM (2003) e ANDREWS et al (2003).

Em outro estudo realizado com maratonistas, os níveis de glicemia após a competição foram significativamente diferentes entre os grupos que ingeriram CHO (maltodextrina) e placebo, indicando um nível mais elevado dessa concentração para o grupo suplementado com CHO (NIEMAN et al, 2003). Da mesma forma, AINSLIE et al (2003) obtiveram os mesmos resultados imediatamente após a competição.

Principalmente na fase após a competição, a ingestão de CHO é essencial para a reposição dos estoques de glicogênio, visto que nesse período há uma maior permeabilidade da membrana muscular para a glicose, o que favorece a síntese do glicogênio (BOWTELL et al, 2000).

Outro resultado que pode ser observado na presente investigação em relação aos níveis glicêmicos, foi que, quando comparou-se o G1 e G3, nenhuma diferença significativa foi encontrada nas fases antes e durante a competição. Resultados contrários são demonstrados em outros estudos, como de COSTILL et al (1977), COGGAN & COYLE (1987) e ANDERSON et al (2002), os quais relataram que, quando diferentes grupos ingeriram soluções à base de maltodextrina e glicose antes e durante a competição, os níveis de glicemia apresentaram-se mais elevados no grupo que ingeriu glicose. De acordo com a tabela 3, verifica-se um nível glicêmico semelhante nas fases antes e durante a competição entre os respectivos grupos.

Possivelmente, um resultado significativo entre o G1 e G3 poderia ter sido encontrado se a análise bioquímica da fase pós-competição no G3 tivesse sido realizada, o que não foi possível devido a ocorrência de amostras hemolisadas e mortalidade experimental.

Observa-se que, em geral, a ingestão de soluções à base de glicose durante um evento competitivo, resulta numa elevação rápida dos níveis de glicemia, o que favorece um aumento na utilização de CHO como combustível energético. Conseqüentemente, desenvolve-se a hipoglicemia e aumento na taxa de utilização de glicogênio, resultando numa aceleração do início da exaustão (Astrand apud WOLINSKY & HICKSON, 1996).

Outros estudos tem demonstrado que a ingestão à base de polímeros de glicose (maltodextrina) na competição, reduziu a taxa de fadiga nos últimos 30 minutos de competição, devido principalmente à manutenção dos níveis elevados de glicemia (IVY et al, 1979; COYLE et al, 1983; HARGREAVES, 1984; MACLAREN & CLOSE, 2000), o que corrobora com os níveis elevados da glicemia observados no G1, fornecendo indicativos que beneficiam a performance na competição.

Quando comparou-se as respostas da insulina entre os grupos (G1, G2, G3), nenhuma diferença significativa foi obtida.

Estudos relataram uma hiperinsulinemia significativa quando ingerido glicose comparado com a ingestão de maltodextrina (COSTILL et al, 1977). Como pode ser observado na tabela 3, os níveis de insulina mantiveram-se semelhantes entre o G1 e G3.

Porém, houve uma elevação nas concentrações de insulina no G1, revelando um aumento progressivo do início ao fim da competição ($X=9,8 - 12,0 - 15,1 \mu\text{UI/ml}$),

e uma diminuição no G2 ($X=11,3 - 6,5 - 6,8 \mu\text{UI/ml}$), embora nenhuma diferença significativa foi observada em ambos os grupos.

No entanto, outros estudos não apresentaram diferenças significativas nos níveis de insulina, como o de COYLE et al (1986), no qual verificaram que após a ingestão de 27g de CHO a cada 20 minutos de competição, nenhuma diferença significativa foi observada na concentração de insulina.

Da mesma forma, outros estudos também relataram que nenhuma diferença significativa foi observada na competição, quando comparados diferentes tratamentos com CHO (maltodextrina) e placebo (TSINTZAS et al, 1996; TARNOPOLSKY et al, 1997; McCONNELL et al, 1999; FEBBRAIO et al, 2000; WALKER et al, 2000; ANGUS et al, 2001; IVY et al, 2002), o que corrobora com os resultados encontrados no presente estudo.

A importância de se manter níveis mais elevados da insulina durante a competição, deve-se ao fato de que, a insulina aumenta a captação da glicose sanguínea para o músculo, e principalmente no período pós-competição, essa captação da glicose pelo músculo fica mais sensível à insulina, o que facilita a ressíntese dos estoques de glicogênio muscular (HAYASHI et al, 1997).

Verifica-se que, em algumas situações quando o CHO (maltodextrina e glicose) é ingerido durante as fases da competição, as concentrações de insulina plasmática são tipicamente mantidas aos níveis de repouso ou em alguns casos aumentadas (Ahlborg & Felig, 1976; Burgess et al., 1991b; Coyle et al., 1983; Davis et al., 1992; Fritzsche et al., 2000; Murray et al., 1991; Nieman et al., 1998 apud DAVIS & BROWN, 2001).

Em geral, as concentrações de insulina tendem a diminuir durante a competição, o que se relaciona com dois fatores: a) primeiramente pelas alterações induzidas pela competição na quantidade de transportadores da glicose na membrana, b) e também, ao grande aumento do fluxo sanguíneo ao músculo durante a competição, uma vez que a liberação da glicose é produto do fluxo sanguíneo muscular e da concentração de glicose no sangue. Portanto, durante a competição, mais glicose e insulina são liberadas do que durante o repouso e, como os músculos utilizam a glicose numa maior velocidade, é criado um gradiente para a difusão facilitada (POWERS & HOWLEY, 2001; WILMORE & COSTILL, 2001).

Porém, quando há ingestão de CHO (maltodextrina), conseqüentemente, haverá uma maior disponibilidade de glicose sanguínea, e dessa forma, as

concentrações plasmáticas de insulina tendem a elevar para aumentar a captação de glicose pelo músculo (TARNOPOLSKY et al, 1997; HARGREAVES, 2000; VOLEK, 2004), o que pode ser observado no G1.

Com essa elevação da insulina, haverá uma redução da mobilização dos ácidos graxos livres e maior utilização do glicogênio muscular pelos músculos (POWERS & HOWLEY, 2001).

Esta resposta do aumento da concentração da insulina sistêmica favorece a performance durante a competição, principalmente pelo fato de estimular a translocação dos transportadores GLUT-4 de um meio intracelular para a membrana da célula, facilitando a captação da glicose, e desta maneira, disponibilizando o substrato glicogênio (BOWTELL et al, 2000).

GARRET & KIRKENDALL (2000) colocam que, a prática de ingerir CHO (maltodextrina) antes e durante a competição, aumenta os níveis de insulina que podem ser mantidos durante todo o decorrer da competição.

De outro lado, observa-se uma diminuição nos resultados das concentrações de insulina do G2, o que leva à uma mobilização da glicose dos estoques hepáticos, uso de gordura como energia e gliconeogênese (GARRET & KIRKENDALL, 2000), indicando dessa forma, a necessidade do corpo de manter a concentração ideal de glicose sanguínea em virtude de uma possível hipoglicemia (WILLIAMS, 2002).

Concentrações do Lactato Sérico.

Foram encontradas diferenças significativas nas concentrações de lactato no G1 e G2 na fase após a competição (G1 = 5,2; G2 = 6,1). Para ambas as condições os níveis de lactato aumentaram no decorrer da competição, e diminuíram na fase pós-competição, demonstrando um nível mais baixo para G1.

Observa-se em outros estudos, diferenças significativas entre grupos que ingeriram maltodextrina e placebo, em que as concentrações de lactato foram mais elevadas durante a competição no grupo suplementado com maltodextrina (KRAEMER et al, 1998). No presente estudo, pode-se observar um aumento da concentração de lactato durante a competição, embora nenhuma diferença significativa foi encontrada quando comparado o grupo suplementado com maltodextrina com o grupo placebo.

Em geral a concentração de lactato aumenta logo após o início da competição, e pode se manter até o final da competição, e em alguns casos, alcançar níveis mais elevados (MADSEN et al, 1996; STANNARD, THOMPSON & MILLER, 2000; JENTJENS, VANBELS & JEUKENDRUP, 2004)

Estudos como de LANGFORT et al (2001), MADSEN et al (1996) e JENTJENS, VANBELS & JEUKENDRUP (2004) relataram uma diminuição nos níveis de lactato após a competição em grupos que ingeriram soluções à base de maltodextrina, como verificado no G1.

A importância da produção de lactato durante a competição, deve-se primeiramente ao fato de que este serve de substrato glicogênico para o músculo esquelético (McLANE & HOLLOSZY, 1979). Além disso, também pode ser usado para a síntese de glicogênio hepático, tornando-se uma importante fonte de energia (SHULMAN et al, 1985; LANDAU & WAHREN, 1988).

De acordo com ASTRAND et al (1986) e SHULMAN et al (1990), o lactato pode contabilizar até 50% da síntese do glicogênio hepático em atletas. Isto se deve principalmente ao fato de que, o lactato é um produto da desintegração do CHO (glicose e glicogênio), dessa forma, pode ser transformado novamente em qualquer um desses compostos no fígado e nos músculos (FOX et al, 1991).

Essa metabolização hepática até glicose, ocorre através da formação do ciclo de conversão lactato/glicose, o qual, além de remover o lactato, torna-se importante para a geração de substatos gliconeogênicos e consequente manutenção da glicemia plasmática e recuperação dos níveis de glicogênio muscular (LANCHA, 2002).

A conversão do lactato em glicogênio muscular, pode ocorrer diretamente via gliconeogênese nas fibras musculares do Tipo II; ou indiretamente em fibras do Tipo I e II, via conversão do lactato em glicose através da gliconeogênese hepática (HAWLEY, PALMER & NOAKES, 1997). Dessa forma, FAIRCHILD et al (2003) colocam que, o lactato é provavelmente uma das maiores fontes de carbono mobilizado para a ressíntese de glicogênio muscular em fibras musculares do Tipo II.

POWERS & HOWLEY (2001) e LANCHA (2002) relataram que, nas fibras musculares esqueléticas lentas e no coração, o lactato removido do sangue pode ser convertido em piruvato, o qual pode então, ser transformado em acetil-CoA, e dessa forma, entrará no ciclo de Krebs e contribuirá para o metabolismo oxidativo.

Com relação ao aumento nos níveis de lactato sanguíneo durante a competição, observado no G1 e G2 do presente estudo, verifica-se que esse aumento corrobora com outros estudos realizados com suplementação de CHO (maltodextrina e glicose) com soluções a 6% (PERONNET et al, 1998; MITCHELL et al, 1998; McCONNELL et al, 1999; WALKER et al, 2000; BOWTELL et al, 2000; ANGUS et al, 2001; IVY et al, 2002; UTTER et al, 2002; ANDREWS et al, 2003; UTTER et al, 2004).

Verifica-se que esse acúmulo de lactato no sangue depende do equilíbrio entre a produção de lactato pelo músculo em atividade e sua remoção pelo fígado ou por outros tecidos. Ou seja, à medida que a intensidade da competição aumenta, o lactato sanguíneo pode aumentar em razão de uma aceleração da produção de lactato ou de uma redução da taxa de remoção pelo fígado ou por outros tecidos. Da mesma forma que, à medida que a intensidade da competição aumenta, o fluxo sanguíneo aos músculos não-ativos, aos rins, ao fígado e ao trato gastrointestinal diminui, reduzindo a taxa de remoção de lactato (POWERS & HOWLEY, 2001).

Outro resultado obtido neste estudo foi que, quando comparou-se os três grupos (G1, G2 e G3) nas fases pré e durante a competição, nenhuma diferença significativa foi encontrada.

Outros estudos também não encontraram diferenças significativas nas concentrações de lactato durante as fases de competição, quando comparados diferentes tratamentos com CHO e placebo (WITHLEY et al, 1998; NIEMAN et al, 1998; SNOW et al, 2000; FRITZSCHE et al, 2000; McCONNELL et al, 2000; ANGUS et al, 2001; GALLOWAY et al, 2001; WELSHE et al, 2002; IVY et al, 2002; ANDREWS et al, 2003).

Concentrações do Cortisol

Verifica-se que no presente estudo, as concentrações do cortisol apresentaram diferenças significativas no G1 e G2 na fase após a competição.

Embora verificou-se no presente estudo que os níveis de cortisol tiveram uma elevação durante a competição nos três grupos (G1, G2 e G3), observou-se que, somente no G1 esses níveis apresentaram uma diminuição ao final da competição.

O cortisol é um hormônio glicoregulador que normalmente aumenta durante os últimos estágios da competição, quando os níveis de carboidrato endógeno

diminuem significativamente (BURGESS et al., 1991; NIEMAN et al., 1995; THUMA et al., 1995; POWERS & HOWLEY, 2001; SMILIOS et al, 2003).

DAVIES & FEW (1973) relataram sobre a resposta do cortisol à competição ao estudarem atletas que completaram várias sessões de uma hora de exercício. Cada teste foi realizado numa intensidade constante entre 40-80% do VO_2 máx. Foi constatado que, o exercício a 40% do VO_2 máx. ocasionou uma diminuição nos níveis de cortisol, enquanto que o exercício realizado a 80% do VO_2 máx. apresentou uma resposta consideravelmente elevada desse hormônio.

No presente estudo, a competição foi realizada numa intensidade média de 79% do VO_2 máx.

Observa-se que a secreção de cortisol aumenta de acordo com a intensidade da competição, pois verifica-se que, durante uma competição intensa (acima de 60% VO_2 max.) a taxa de secreção desse hormônio pelo córtex adrenal, demonstra ser superior à sua taxa de remoção (POWERS & HOWLEY, 2001).

GARRET & KIRKENDALL (2000) colocam que, as concentrações de cortisol aumentam significativamente durante a competição prolongada, demonstrando elevações dramáticas em estados de hipoglicemia.

No entanto, com a ingestão de CHO (maltodextrina e glicose) o aumento do cortisol pode ser atenuado, quando comparado com a ingestão de placebo, conforme observado nos estudos de DAVIS et al (1989), NIEMAN et al (1998), TARPENNING et al (2001), GREEN, CROAKER & ROWBOTTOM (2003) e UTTER et al (2004). Esse resultado corrobora com a diminuição nos níveis de cortisol observada no G1, confirmando o fato de que a ingestão de maltodextrina ameniza o aumento dos níveis do hormônio cortisol após uma competição intensa, quando comparado com o grupo placebo.

De acordo com NIEMAN et al (1998), esses níveis mais baixos do cortisol pós-competição e após a suplementação com maltodextrina, deve-se aos níveis mais altos de glicose plasmática, como observado no G1.

Em outro estudo de BURGESS et al (1991), também foi verificado uma diminuição nos níveis de cortisol após a ingestão de 60g de maltodextrina por hora durante a competição. No entanto, quando os atletas ingeriram uma quantidade inferior de maltodextrina (13g/h) durante a competição, não houve nenhuma alteração nos níveis de cortisol. De acordo com esse assunto, DEUSTER et al (1992) e MURRAY et al (1995) confirmam esses achados.

UTTER et al (1999) demonstraram uma queda na concentração de cortisol após competição de ciclismo e corrida, quando atletas ingeriram soluções com maltodextrina. Da mesma forma, GREEN, CROAKER & ROWBOTTOM (2003) verificaram que, após competição de ciclismo (85% VO₂ máx.) com ingestão de maltodextrina (6%), as concentrações de cortisol foram significativamente mais baixas imediatamente pós-competição, quando comparado com grupo que ingeriu placebo.

Quando comparou-se os grupos G1, G2 e G3, nenhuma diferença significativa foi observada entre as fases antes e durante a competição na presente investigação. Este resultado corrobora com outros estudos como de WHITLEY et al (1998), McCONNELL e tal (2000) e ANGUS et al (2001).

A ausência de diferença significativa entre os grupos G1, G2 e G3 verificada nesse estudo, pode ser explicada devido o fato de que, as diferenças significativas geralmente encontradas em relação ao hormônio cortisol, quando comparados grupos que ingeriram diferentes tipos de CHO ou placebo, são apresentadas na fase pós-competição, o que não foi possível analisar nesta investigação devido algumas amostras hemolisadas e mortalidade experimental durante a competição.

De acordo com os resultados obtidos em relação aos efeitos bioquímicos da suplementação de maltodextrina da presente investigação, rejeita-se H₀.

7 - CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nessa investigação, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- com relação à comparação dos efeitos bioquímicos da suplementação de diferentes tipos de carboidratos (glicose e maltodextrina) durante a competição simulada de short duathlon terrestre, verificou-se que, quando comparou-se G1 e G3 em relação aos níveis de glicemia, insulina, lactato e cortisol durante as fases antes e durante a competição, nenhuma diferença significativa foi observada, o que pode ser explicado pela impossibilidade de análise da fase pós-competição do G3;

- a suplementação realizada com maltodextrina (G1) forneceu indicativos que podem beneficiar a performance durante a competição de short duathlon terrestre, baseados na elevação dos níveis glicêmicos e da insulina, e na diminuição dos níveis de lactato e cortisol (H1). Estes efeitos bioquímicos durante a competição são importantes para a melhora do rendimento físico, uma vez que diminuem a depleção do glicogênio no músculo e fígado, aumentam a captação de glicose e oxidação no músculo e cérebro, evitando-se uma possível fadiga no decorrer da competição.

O benefício da suplementação de maltodextrina pode ser explicado principalmente pela manutenção de níveis altos de glicemia, o que evita consequentes injúrias como a hipoglicemia. Além disso, uma maior disponibilidade do substrato (glicogênio) para a realização do trabalho muscular também é fornecida com essa ingestão, evitando-se assim a fadiga muscular e melhorando a performance de resistência.

Dessa forma, pode-se concluir que, a ingestão de suplementos com solução à 6% de maltodextrina durante as fases de competição do short duathlon terrestre, ocasiona alterações significativas nas concentrações plasmáticas de glicose, lactato e cortisol plasmático, considerados os principais efeitos bioquímicos que podem retardar a fadiga durante a competição.

Esses achados corroboram com resultados prévios obtidos em estudos realizados com ciclistas, maratonistas e triatletas, que confirmam os benefícios da suplementação de maltodextrina nas fases de competição, mediante indicativos bioquímicos, o que torna o presente estudo apto à aplicação na rotina de treinamento e competição de duatletas.

No entanto, sugere-se que, outros estudos sejam realizados com a finalidade de investigar outros efeitos bioquímicos da suplementação de diferentes tipos de carboidratos no short duathlon terrestre.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 6. ed. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

AIRES, Margarida de Mello. **Fisiologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

ANSLIE, P.N., CAMPBELL, I.T., FRAYN, K.N., HUMPHREYS, S.M., et al. Physiological, metabolic, and performance implications of a prolonged hill walk: influence of energy intake. **J Appl Physiol** 94: 1075-1083, 2003.

ANDERSON, G.H., CATHERINE, N.L.A., WOODEND, D.M., WOLEVER, T.M.S. Inverse association between the effect of carbohydrate on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men. **Am J Clin Nutr** 76(5): 1023-1030, 2002.

ANDREWS, J.L, SEDLOCK, D.A., FLYNN, M.G., NAVALTA, J.W. et al. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. **J Appl Physiol** 95: 584-590, 2003.

ANGUS, D.J., FEBBRAIO, M.A., LASINI, D., HARGREAVES, M. Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics during exercise in the heat. **J Appl Physiol** 90: 601-605, 2001.

ASTRAND, P.O., HULTMAN, E., JUHLIN-DANNFELT, A., REYNOLDS, G. Disposal of lactate during and after strenuous exercise in humans. **J Appl Physiol** 61: 338-343, 1986.

BACURAU, Reury Frank. **Nutrição e Suplementação Esportiva**. 2ª ed., São Paulo: Phorte Editora, 2001.

BLOM, P.C.S, HOSTMARK, A.T., VAAGE, O., KARDEL, K.R., MAEHLUM, S. Effect of different post-exercise sugar diets on the rate of muscle glycogen synthesis. **Med Sci Sports Exerc** 19: 491-496, 1987.

BORSHEIM, Elisabet, CREE, Melanie G., TIPTON, Kevin D., ELLIOTT, Tabatha A., AARSLAND, Asle and WOLFE, Robert R. Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. **J Appl Physiol** 96: 674–678, 2004.

BOWTELL, J.L., GELLY, K., JACKMAN, M.L., PATEL, A. et al. Effect of different carbohydrate drinks on whole body carbohydrate storage after exhaustive exercise. **J Appl Physiol** 88: 1529-1536, 2000.

BURGESS, W.A., DAVIS, J.M., BARTOLI, W.P., WOODS, J.A. Failure of low dose carbohydrate feeding to attenuate glucoregulatory hormone responses and improve endurance performance. **Int J Sport Nutr.** 1: 338-352, 1991.

BURKE, L.M., READ, R.S.D. Dietary supplements in sports. **Med Sci Sports Exerc** 15: 43, 1993.

BURKE, L.M., COLLIER, G.R., HARGREAVES, M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrates feedings. **J Appl Physiol** 75: 1019-1023, 1993.

BURKE, L.M., HAWLEY, J.A., SCHABORT, E.J., GIBSON, A.S.C. et al. Carbohydrate loading failed to improve 100-Km cycling performance in a placebo-controlled trial. **J Appl Physiol** 88: 1284-1290, 2000.

CAREY, A.L., STAUDACHER, H.M., CUMMINGS, N.K., STEPTO, N.K. et al. Effects of fat adaptation and carbohydrate restoration on prolonged endurance exercise. **J Appl Physiol** 91: 115-122, 2001.

CORREIA, M.I.T.D. **Nutrição, Esporte e Saúde.** Belo Horizonte: Health, 1996.

COOGAN, A.R., COYLE, E.F. Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. **J Appl Physiol** 63(6): 2388-2395, 1987.

COLLARDEAU, M., BRISSWALTER, J., VERCRUYSSSEN, F., AUDIFFREN, M. et al. Single and choice reaction time during prolonged exercise in trained subjects: influence of carbohydrate availability. **Eur J Appl Physiol** 86: 150-156, 2001.

COSTILL, D.L., COYLE, E., DALSKY, G., EVANS, W., FINK, W.J., HOOPES, D. Effects of elevated plasma FFA and insulin on muscle glycogen usage during exercise. **J Appl Physiol** 43: 695, 1977.

COYLE, E.F., HAGBERG, J.M., HURLEY, B.F., MARTIN, M.H. et al. Carbohydrate feedings during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. **J Appl Physiol** 55 (1): 230-235, 1983.

COYLE, E.F., COOGAN, A.R., HEMMERT, M.K., IVY, J.L. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. **J Appl Physiol** 61: 165-172, 1986.

COYLE, E.F., HAMILTON, M.T., ALONSO, J.G., MONTAIN, S.J., IVY, J.L. Carbohydrate metabolism during intense exercise when hyperglycemic **J Appl Physiol** 63 (6): 2388-2395, 1986.

CRYSSANTHOPOLOS, C., WILLIAMS, C., NOWITZ, A., KOTSIPOULOU, C. et al. The effect of a high carbohydrate meal on endurance running capacity. **Int J Sport Nutr** 12(2), 2002.

CRAIG, B.W. The influence of fructose feeding on physical performance. **Am J Clin Nutr** 58: 815S-819S, 1993.

CYRINO E.S., BURINI, R.C. Modulação nutricional da fadiga. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. 2 (2): 67-74, 1997.

DOCHERTY, D. (Ed.). **Measurement in pediatric exercise science**. Champaign : Human Kinetics, 1996.

DAVIS, J. Mark, , BROWN, Adrienne S. Carbohydrates, Hormones and Endurance Performance. **Sports Science Exchange** 14 (1): 1-4, 2001.

DAVIS, J.M., COKKINIDES, V.E., BURGESS, W.A., BARTOLI, W.P. Effects of a carbohydrate-electrolyte drink or water on the stress hormone response to prolonged intense cycling: renin, angiotensin I, aldosterone, ACTH, and cortisol. **Hormones and Sport**. 193-204, 1989.

DAVIES, C.T.M., FEW, D. Effects of exercise on adrenocortical function. **J Appl Physiol** 35: 887-891, 1976.

DOYLE, J.A., SHERMAN, W.M., STRAUSS, R.L Effects os eccentric and concentric exercise on muscle glycogen replenishment. **J Appl Physiol** 74: 1848-1855, 1993.

FAIRCHILD, T.J., FLETCHER, S., STEELE, P., GOODMAN, C. et al. Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal-intensity exercise. **Med Sci Sports Exerc** 34:980-986, 2002.

FEBBRAIO, M.A., MURTON, P., SELIG, S.E., CLARK, S.A et al Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. **Med Sci Sports Exerc** 28: 1380-1387, 1996.

FEBBRAIO, M.A., CHIU, A., ANGUS, D.J., ARKINSTALL, M.J., HAWLEY, J.A. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. **J Appl Physiol** 89: 2220-2226, 2000.

FRITZSCHE, R.G., SWITZER, T.W., HODGKINSON, B.J., LEE, S., et al. Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. **J Appl Physiol** 88: 730-737, 2000.

FRENTSOS, J.A, BAER, J.T. Increased energy and nutrient intake during training and competition improves elite triathletes endurance performance. **Int J Sport Nutr** 7(1): 61-71, 1997.

FOX, E.L., BOWERS, R.W., FOSS, M.L. **Bases fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

GALBO, H. Endocrine factors in endurance. In: R.J. Shephard and P-O. Åstrand (eds.) **Endurance in Sport**. 116-126., 1992

GALLOWAY, S.D.R., WOOTTON, S.A., MURPHY, J.L., MAUGHAN, R.J. Exogenous carbohydrate oxidation from drinks ingested during prolonged exercise in a cold environment in humans. **J Appl Physiol** 91: 654-660, 2001.

GARRET, W.E., KIRKENDALL, D.T. **Exercise and Sport Science**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

GRANDJEAN, Ann, C., SCHROEDER, Linda J. A nutrição para atletas. **Sprint**. 32-33, 1994.

GRANDJEAN, A.C. Diets os elite athletes: has the discipline of sports nutrition made in impact? **Int J Sport Nutr** 127: 874S, 1997.

GUEDES, Dartagnan Pinto, GUEDES, Elisabet Ribeiro Pinto. **Controle do peso corporal: composição corporal, atividade física e nutrição**. Londrina: Midiograf, 1998.

GRENN, Katherine J., CROAKER, Susan J., ROWBOTTOM, David G. Carbohydrate supplementation and exerciseinduced changes in T-lymphocyte function. **J Appl Physiol** 95: 1216–1223, 2003.

HARGREAVES, M. Carbohydrates and exercise. **Food, Nutrition and Sports Performance** 19-33, 1992.

HARGREAVES, M., COSTILL, D.L., COGGAN, A., FINK, W.J. & NISHIBATA, I. Effect os carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. **Med Sci Sports Exerc** 16(3): 219-222, 1984.

HARGREAVES, M. Carbohydrate replacement during exercise. In: R.J. Maughan (ed.) **Nutrition in Sport**. Oxford: Blackwell Science Ltd., pp. 112-118, 2000.

HAWLEY, J.A., PALMER, G.S., NOAKES, T.D. Effects of 3 days of carbohydrate supplementation on muscle glycogen content and utilisation during a 1-h cycling performance. **Eur J Appl Physiol**. 75(5):407-412, 1997.

HAYASHI, T., WOJTASZEWSKI, J.F.P., GOODYEAR, L.J. Exercise regulation of glucose transport skeletal muscle. **Am J Physiol**. **273 (Endocrinol. Metab. 36)** E1039-E1051, 1997.

HEYWARD, V. H. **Advanced fitness assessment and exercise prescription**. 3. ed. Champaign : Human Kinetics, 1998.

HIRSCHBRUCH, Marcia Daskal, CARVALHO, Juliana Ribeiro de. **Nutrição Esportiva. Uma Visão Prática**. 1^a ed, São Paulo: Manole, 2002.

HOROWITZ, J. F., MORA-RODRIGUEZ, R., BYERLEY, L.O., COYLE, E.F. Lipolytic suppression following carbohydrate ingestion limits fat oxidation during exercise. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 273(36): E768-E775, 1997.

HOROWITZ, J.F., MORA-RODRIGUEZ, R., BYERLEY, L.O., COYLE, E.F. Substrate metabolism when subjects are fed carbohydrate during exercise. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 276(39): E828-E835, 1999.

HULTMAN, E. Physiological role of muscle glycogen in man, with special reference to exercise. **Circulation Research** 20-21 (suppl. I): I99-I114,1967.

IVY, J.L., COSTILL, D.L., FINK, W.J., LOWER, R.W. Influence of caffeine and CHO feedings on endurance performance. **Med Sci Sports Exerc** 11: 6, 1979.

IVY, J.L., KATZ, A.L., CUTLER, C.L., SHERMAN, W.M. COYLE, E.F. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. **J Appl Physiol** 64: 1480-1485, 1988.

IVY, J.L., LEE, M.C., BROZINICK, J.T., REED.M.J. Muscle glycogen storage after different amounts of carbohydrate ingestion. **J Appl Physiol** 65: 2018-2023, 1988.

IVY, J.L. Glycogen resynthesis after exercise: effect of carbohydrate intake. **Int J Sports Med** 19, Suppl: 142-146, 1998.

IVY, J.L., GOFORTH, H.W., DAMON, B.M. et al. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **J Appl Physiol** 93: 1337-1344, 2002.

JACOBS, K.A, SHERMAN, W.M. The efficacy of carbohydrate supplementation and chronic high-carbohydrate diets for improving endurance performance. **Int J Sport Nutr** 9(1): 92-115, 1999.

JENTJENS, R.L.P.G., VAN LOON, L.J.C, MANN, C.H., WAGENMAKERS, A.J.M., JEUKENDRUP, A.E. Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise. **J Appl Physiol** 91: 839-846, 2001.

JENTJENS, R.L.P.G., VENABLES, M.C., JEUKENDRUP, A.E. Oxidation of exogenous glucose, sucrose and maltose during prolonged cycling exercise. **J Appl Physiol** 96: 1285-1291, 2004.

KLAFFS, Carl E. **A mulher atleta: guia de condicionamento e treinamento físico**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

KIEHL, Lísia M.P. O carboidrato e o maratonista. **Nutrição e Esporte** 23: 5-6, 1997.

KJAER, M. Regulation of hormonal and metabolic responses during exercise in humans. In: J.O. Holloszy (ed.), **Exercise and Sport Science Reviews**, Vol. 20. New York: Williams & Wilkins, pp.161-184, 1992

KOCH, A.J., POTTEIGER, J.A., CHAN, M.A., BENEDICT, S.H., FREY, B. Minimal influence of CHO ingestion on the immune responses following acute resistance exercise. **Int J Sport Nutr** 11(2), 2001.

KOVACS, E.M.R., SCHMAHL, R.M., SENDEN, J.M.G., BROUNS, F. Effect of high and low rates of fluid intake on postexercise rehydration. **Int J Sport Nutr** 12(1), 2002.

KRAEMER, W.J., VOLEK, J.S., BUSH, J.A., PUTUKIAN, M. SEBASTIANELLI, W.J. Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance with or without nutritional supplementation. **J Appl Physiol** 85(4): 1544-1555, 1998.

LANCHA JR, A.H. **Nutrição e metabolismo aplicados à atividade motora**. São Paulo: Atheneu, 2002.

LANDAU, B.R., WAHREN, J. Quantification of pathways followed in hepatic glycogen formation from glucose. **FASEB J** 2: 2368-2375, 1988.

LANGENFELD, M.E., SEIFERT, J.G., RUDGE, S.R., BUCHER, R.J. Effect of CHO ingestion on performance of non-fasted cyclists during a simulated 80-mile time trial. **J Sport Med Phys** 34(3): 263-270, 1994.

LANGFORT, J. ZARZECZNY, R, NAZAR, K., KACIUBA-USCILKO, H. The effect of low-carbohydrate diet on the pattern of hormonal changes during incremental, graded exercise in young men. **Int J Sport Nutr** 11(2), 2001.

LEVENHAGEN, D.K., GRESHAM, J.D., CARLSON, M.G., MARON, D.J et al. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose

and protein homeostasis. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 280: E982-E993, 1969.

LIEBERMAN, H.R., FALCO, C.M., SLADE, S.S. Carbohydrate administration during a day of sustained aerobic activity improves vigilance, as assessed by a novel ambulatory monitoring device, and mood. **Am J Clin Nutrition**. 76(1): 120-127, 2002.

MACIEIRA, José. Técnicas alimentares para a prática do desporto. **Revista de Educação Física e Desportos**. 1990; 3 (35).

McLANE, J.A, HOLLOSZY, J.O. Glycogen synthesis from lactate in the three types of skeletal muscle. **J Biol Chem** 254: 6548-6553, 1979.

MCARDLE, William D., KATCH, Frank I., KATCH, Victor L. **Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano** 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MaCLAREN, D.P.M., CLOSE, G.L. Effect of carbohydrate supplementation on simulated exercise of rugby league referees. **Ergonomics**. 43(10): 1528-1537, 2000.

MaCLAREN, D., SAYED, M.S., RATTU, A.J. Exogenous carbohydrate utilization: effects on metabolism and exercise performance. **Comp. Biochem Physiol Appl Physiol** 118 (3): 789-803, 1997.

MADSEN, K., MACLEAN, D.A., KIENS, B., CHRISTENSEN, D. Effects of glucose, glucose plus branched-chain amino acids or placebo on bike performance over 100 Km. **J Appl Physiol** 81(6): 2644-2650, 1996.

MAHAN, L.K., ARLIN, M.T. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 8 ed. São Paulo: Roca, 1994.

McFARLIN, Brian K., FLYNN, Michael G., STEWART, Laura K. and TIMMERMAN, Kyle L.. Carbohydrate intake during endurance exercise increases natural killer cell responsiveness to IL-2. **J Appl Physiol** 96: 271–275, 2004.

McCONNELL, G.K., SNOW, R.J., PROIETTO, J., HARGREAVES, M. Muscle metabolism during prolonged exercise in human: influence of carbohydrate availability. **J Appl Physiol** 87(3): 1083-1086, 1999.

McCONNELL, G.K., CANNY, B.J., DADDO, M.C., NANCE, M.J., SNOW, R.J. Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle metabolism during intense endurance exercise. **J Appl Physiol** 89: 1690-1698, 2000.

MILLARD-STAFFORD, M., ROSSKOPF, L.B., SNOW, T.K., HINSON, B.T. Water versus carbohydrate-electrolyte ingestion before and during a 15 Km run in the heat. **Int J Sport Nutr** 7 (1): 26-38, 1997.

MITCHELL, J.B., COSTILL, D.L., HOUMARD, J.A., FINK, W.J. et al. Influence of carbohydrate dosage on exercise performance and glycogen metabolism. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 271(6): E983-E989, 1996.

MITCHELL, J.B., PIZZA, F.X., PAQUET, A., DAVIS, B.J. et al. Influence of carbohydrate status on immune responses before and after endurance exercise. **J Appl Physiol** 84(6): 1917-1925, 1998.

MULLINIX, M.C., JONNALAGADDA, S.S., ROSENBLOOM, C.A., THOMPSON, W.R et al. Dietary intake of female U.S. soccer players. **Nutrition Research** 23: 585-593, 2003.

MURRAY, R., PAUL, G.L., SEIFERT, J.G., EDDY, D.E. Responses to varying rates of carbohydrate ingestion during exercise. **Med Sci Sports Exerc** 23: 713-718, 1991.

MURRAY, R., BARTOLI, W.P., EDDY, D.E., HORN, M.K. Physiological and performance responses to nicotinic-acid ingestion during exercise. **Med Sci Sports Exerc.** 27: 1057-1062, 1995.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger Principles of Biochemistry.** Worth: 3^a, New York – NY, 2000.

NIEMAN, D.C., AHLE, J.C., HENSON, D.A., WARREN, B.J, SUTTLES, J., DAVIS, J.M., BUCKLEY, K.S., SIMANDLE, S., BUTTERWORTH, D.E., FAGOAGA, O.R., NEHLSSEN-CANNARELLA, S.L. Indomethacin does not alter natural killer cell response to 2.5 h of running. **J Appl Physiol** 79: 748-755, 1995.

NIEMAN, D.C., NEHLSSEN-CANNARELLA, L., FAGOAGA, O.R., HENSON, D.A., et al. Effects of mode and carbohydrate on the granulocyte and monocyte response to intensive, prolonged exercise. **J Appl Physiol** 84 (4): 1252-1259, 1998.

NIEMAN, D.C., S.L., NEHLSSEN-CANNARELLA, L., FAGOAGA, O.R., HENSON, D.A., UTTER, A., DAVIS, J.M., WILLIAMS, F., BUTTERWORTH, D.E. Influence of mode and carbohydrate on the cytokine response to heavy exertion. **Med Sci Sports Exerc** 30: 671-678, 1998.

NIEMAN, D.C., DAVIS, J.M., HENSON, D.A., WALBERG-RANKIN, J., et al. Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. **J Appl Physiol** 94:1917-1925, 2003.

PÉRONNET, F., RHÉAUME, N., LAVOIE, C., HILLAIRES-MARCEL, C., et al. Oral [¹³C] glucose oxidation during prolonged exercise after high and low-carbohydrate diets. **J Appl Physiol** 85 (2): 723-730, 1998.

PIEHL, A.K., SODERLUND, K., HULTMAN, E. Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with low and high molecular masses. **Eur J Appl Physiol** 81: 346-351, 2000.

POWERS, S.K., HOWLEY, E.T. **Exercise Physiology: theory and application to fitness and performance.** 4 ed. New York: McGraw-Hill, 2001.

RAUCH, H.G., HAWLEY, J.A., WOODEY, M., NOAKES, T.D., DENNIS, S.C. Effects of ingesting a sports bar versus glucose polymer on substrate utilisation and ultra-endurance performance. **Int J Sport Nutr** 20(4): 252-257, 1995.

REED, M.J, BROZINICK, J.T., LEE, M.C., IVY, J.L Muscle glycogen storage postexercise: effect of mode of carbohydrate administration. **J Appl Physiol** 66: 720-726, 1989.

RIBEIRO, S. M. L. A importância dos carboidratos em esportes de longa duração. **Revista Nutrição e Esporte.** 4: 6-7, 1997.

ROMBALDI, A.J. Alguns efeitos bioquímicos da ingestão de carboidrato líquido na realização de trabalho intermitente de alta intensidade em ratos. **Tese de doutorado.** Santa Maria: UFSM, 1996.

ROWLAND, T. W. (Ed.). **Pediatric laboratory exercise testing:** clinical guidelines. Champaign : Human Kinetics, 1993.

SANTOS, T.R. dos. Recomendações básicas nutricionais para nadadores. **Medicina Desportiva.** 21: 5-6, 1996.

SHULMAN, G.I., CLINE, G., SCHUMANN, W.C., CHANDRAMOULI, V., KUMARAN, K., LANDAU, B. Quantitative comparison of pathways of hepatic glycogen repletion in fed and fasted humans. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 259: E335-E341, 1990.

SHULMAN, G.I., ROTHMAN, D.L, SMITH, D., JOHNSON, C.M., BLAIR, J.B., SHULMAN, R.G., DEFRONZO, R.A. Mechanisms of liver glycogen repletion in vivo by nuclear magnetic resonance spectroscopy. **J Clin Invest** 76: 1226-1236, 1985.

SMILIOS, I., PILIANIDIS, T., KARAMOUZIS, M., TOKMAKIDIS, P. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. **Med Sci Sports Exerc** 35 (4): 644-654, 2003.

SMITH, G.J., RHODES, E.C., LANGILL, R.H. The effect of pre-exercise glucose ingestion on performance during prolonged swimming. **Int J Sport Nutr** 12(2), 2002.

SNOW, R.J., CAREY, M.F., STHATIS, C.G., FEBBRAIO, M.A. et al. Effect of carbohydrate ingestion on ammonia metabolism during exercise in humans. **J Appl Physiol** 88: 1576-1580, 2000.

STANNARD, S.R., THOMPSON, M.W., MILLER, J.C.B. The effect of Glycemic index on plasma glucose and lactate levels during incremental exercise. **Int J Sport Nutr** 10(1), 2000.

TARNOPOLSKY, M.A., BOSMAN, M., MACDONALD, J.R., VANDEPUTTE, D. et al. Postexercise protein-carbohydrate and CHO supplements increase muscle glycogen in men and women. **J Appl Physiol** 83(6): 1877-1883, 1997.

TARPENNING, K. M., R. A. WISWELL, S. A. HAWKINS, and T. J. MARCELL. Influence of weight training exercise and modification of hormonal response on skeletal muscle growth. **Med Sci Sport Exerc** 4:431-446, 2001.

TIMMONS, B.W., BAR-OR, O., RIDDELL, M.C. Oxidation rate of exogenous carbohydrate during exercise is higher in boys than in men. **J Appl Physiol** 94: 278-284, 2003.

THUMA, J.R., GILDERS, R., VERDUN, M., LOUCKS, A.B. Circadian rhythm of cortisol confounds cortisol responses to exercise: implications for future research. **J Appl Physiol** 78: 1657-1664, 1995.

TRITSCHLER, Kathleen. **Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow & McGee**. 5 ed. São Paulo: Manole, 2003.

TSINTZAS, O.K., WILLIAMS, C., WILSON, W., BURRIN, J. Influence of carbohydrate supplementation early in exercise on endurance running capacity. **Med Sci Sports Exerc** 28(11): 1373-1379, 1996.

UTTER, A.C., KANG, J., ROBERTSON, R.J., NIEMAN, D.C., et al. Effect of carbohydrate ingestion on ratings of perceived exertion during a marathon. **Med Sci Sports Exerc** 34(11): 1779-1784, 2002.

UTTER, A. C., J. KANG, D. C. NIEMAN, C. L. DUMKE, S. R. MCANULTY, D. M. VINCI, and L. S. MCANULTY. Carbohydrate Supplementation and Perceived Exertion during Prolonged Running. **Med Sci Sports Exerc** 36 (6): 1036–1041, 2004.

VAN LOON, L.J.C, SARIS, W.H.S, KRUIJSHOOP, M., WAGENMAKERS, A.J.M Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid and protein hydrolysate mixtures. **Am J Clin Nutr** 72: 106-111, 2000.

VOLEK, J. S. Influence of Nutrition on Responses to Resistance Training. **Med Sci Sports Exerc** 36 (4): 689–696, 2004.

WALTON, P., RHODES, E.C..Glycaemic index and optimal performance. **Med Sci Sports Exerc** 23 (3): 164-72, 1997.

WALKER, J.L., HEIGENHAUSER,G.J.F., HULTMAN, E., SPRIET, L.L. Dietary carbohydrate, muscle glycogen content, and endurance performance in well-trained women. **J Appl Physiol** 88: 2151-2158, 2000.

WASSERMAN, D.H., CHERRINGTON, A.D. Regulation of extramuscular fuel sources during exercise. In: **L.B. Rowell and J.T. Shepherd** , 1996.

WELSHE, R.S., MARK DAVIS, J., BURKE, J.R., WILLIAMS, H.G. Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. **Med Sci Sports Exerc** 34(4): 723-731, 2002.

WIDRICK , J.J., COSTILL, D.L., FINK, W.J., HICKEY, M.S. et al. Carbohydrate feedings and exercise performance: effect of initial muscle glycogen concentration. **J Appl Physiol** 74(6): 2998-3005, 1993.

WHITLEY, H.A., HUMPHREYS, S.M., CAMPBELL, I.T., KEEGAN, M.A et al. Metabolic and performance responses during endurance exercise after high-fat and high-carbohydrate meals. **J Appl Physiol** 85(2): 418-424, 1998.

WILLIAMS, M. **Nutrição para Saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo**. 5 ed. São Paulo: Manole, 2002.

WILMORE, J.H., COSTILL, D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Manole, 2001.

WONG, S.H., WILLIAMS, C., ADAMS, N. Effects of ingesting a large volume of carbohydrate-electrolyte solution on rehydration during recovery and subsequent exercise capacity. **Int J Sports Nutr** 10(4), 2000.

WOLINSKY I., HICKSON J. J. F. **Nutrição no exercício e no esporte**. 2^a ed., São Paulo: Roca, 1996.

WOOTTON. S. **Nutrition y Deporte**. Zaragoza: Acribia S.A., 1990.

WRIGHT, D.A., SHERMAN, M., DERNBACH, A.R. Carbohydrate feedings before, during or in combination improve cycling performance. **J Appl Physiol** 71: 1082-1088, 1991.

YASPELKIS, B.B., IVY, J.L. Effect of carbohydrate supplements and water on exercise metabolism in the heat. **J Appl Physiol** 71(2): 680-687, 1991.

ZAWADZKI, K.M., YASPELKIS, B.B., IVY, J.L. Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. **J Appl Physiol** 72: 1854-1859, 1992.

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Pesquisadoras Responsáveis:

Prof^a Dr. Maria Gisele dos Santos (41- 225-4147)

Md^a Renata Teixeira Mamus (41-3027-8594)

Este é um convite especial para você participar voluntariamente do estudo "EFEITOS BIOQUÍMICOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS EM UMA COMPETIÇÃO SIMULADA DE SHORT DUATHLON TERRESTRE".

Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para participar ou não do estudo. Qualquer dúvida sobre o estudo ou sobre este documento pergunte aos pesquisadores citados acima.

• **OBJETIVO DO ESTUDO**

Os carboidratos compreendem a melhor fonte de nutriente para a suplementação de esportes de longa duração, devido à sua rápida assimilação e metabolização no organismo. Nesse estudo será verificado o seguinte problema: "Quais são os efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos em uma competição simulada de short duathlon terrestre quando realizada 30 minutos antes do exercício, a cada 15 minutos durante este, e imediatamente após?", com o objetivo principal de analisar os efeitos bioquímicos da suplementação de carboidratos em uma competição simulada de short duathlon terrestre, justificando nosso estudo na contribuição da melhora das condições de treinamento através da suplementação de carboidratos.

• **PROCEDIMENTOS**

Ao participar desse estudo, você se comprometerá à realizar um teste caracterizado como experimento duplo-cego, onde será realizado as duas modalidades esportivas que compõem o duathlon terrestre: corrida (5 Km), ciclismo (20 Km) e corrida (2,5 Km) na pista da UNICENP. Durante o teste, será fornecido bebidas suplementadas com carboidratos, e amostras de sangue antes, durante e após cada prova serão coletadas para identificar os níveis de glicemia, lactato, insulina e cortisol.

Vale ressaltar que todo o material coletado terá destinação específica para este projeto, não sendo utilizado em pesquisa não descrita neste protocolo.

• **BENEFÍCIOS**

Este projeto visa contribuir diretamente na melhora das condições de treinamento através da suplementação de carboidratos .

• **DESPESAS/ RESSARCIMENTO DE DESPESAS DO VOLUNTÁRIO**

Todos os sujeitos envolvidos nesta pesquisa são isentos de custos (ou seja, não pagarão para participarem). Tanto os pesquisadores como os atletas não receberão nenhum auxílio financeiro para a realização dessa pesquisa.

As despesas com a suplementação de carboidratos e análises sanguíneas serão fornecidas pelas pesquisadoras.

- **PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA**

A sua participação neste estudo é *voluntária* e você terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo para você.

- **GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE**

As informações relacionadas ao estudo são confidenciais e qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida. O pesquisador garante que seu nome não será divulgado sob hipótese alguma.

- **ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS**

Você pode e deve fazer todas as perguntas que julgar necessárias antes de concordar em participar do estudo.

COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Fui informado que este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Ciências Biológicas e que no caso de qualquer problema ou reclamação em relação à conduta dos pesquisadores deste projeto, poderei procurar o referido Comitê, localizado na Direção do Setor de Ciências Biológicas, Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná.

Diante do exposto acima eu, _____ abaixo assinado, declaro que fui esclarecido sobre os objetivos, procedimentos e benefícios do presente estudo. Concedo meu acordo de participação de livre e espontânea vontade. Foi-me assegurado o direito de abandonar o estudo a qualquer momento, se eu assim o desejar. Declaro também não possuir nenhum grau de dependência profissional ou educacional com os pesquisadores envolvidos nesse projeto (ou seja os pesquisadores desse projeto não podem me prejudicar de modo algum no trabalho ou nos estudos), não me sentindo pressionado de nenhum modo a participar dessa pesquisa.

Curitiba, ____ de _____ de 2004.

Sujeito

RG

Pesquisador

RG