

Marcelo Henrique Salviano de Faria

**EFEITOS DA INGESTÃO DE ÁGUA E DE BEBIDA CARBOIDRATADA
ELETROLÍTICA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DURANTE O
EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE E ÚMIDO.**

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2002

Marcelo Henrique Salviano de Faria

**EFEITOS DA INGESTÃO DE ÁGUA E DE BEBIDA CARBOIDRATADA
ELETROLÍTICA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DURANTE O
EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE E ÚMIDO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silami Garcia

Belo Horizonte

Universidade Federal de Minas Gerais

2002

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

Dissertação intitulada “EFEITOS DA INGESTÃO DE ÁGUA E DE BEBIDA CARBOIDRATADA ELETROLÍTICA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DURANTE O EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE E ÚMIDO”, de autoria do mestrando Marcelo Henrique Salviano de Faria defendida em 19/04/2002, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, e submentida a banca examinadora composta pelo professores:

Prof. Dr. Emerson Silami Garcia- Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

Prof. Dr. Luciano Sales Prado- Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

Prof. Dra. Marialice Pinto Coelho Silvestre- Faculdade de Farmácia da UFMG

Belo Horizonte, 19/04/2002

A Deus e meu pai.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Emerson Silami Garcia, meu orientador, pela confiança, apoio, paciência e pela oportunidade de participar da pesquisa científica me dada desde a graduação;

Aos professores do LAFISE: Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, Nilo Resende Vianna Lima pelo auxílio na pesquisa;

Aos professores Dietmar Samulski, Leszek Szmuchrowski, Luciano Sales, e em especial a Mauro Heleno que me inspirou em direção à pesquisa e indicou os passos que deveria seguir;

À professora Emilia Sakurai e sua bolsista Mayra, pela inestimável ajuda e orientação na análise estatística;

À professora Mônica pelo tempo dedicado a montagem e manuseio das cápsulas gelatinosas ingeridas pelos voluntários;

Aos colegas de mestrado pela agradável convivência e troca de experiências;

Aos colaboradores da pesquisa: Cida, Carol, Camila, Susi, Alessandra, Mariela, Cristiane, Aline, Letícia, Samuel, Juliana.

Um agradecimento especial à Ana Paula, pelo apoio constante que foi fundamental na realização e conclusão deste trabalho;

Aos voluntários, pela seriedade e tempo dispensado durante a coleta de dados e que sem os quais o trabalho não seria completado;

Aos meus pais, familiares pelo amor e incentivo, aproveitando este momento para me desculpar pelos momentos de ausência durante a realização deste trabalho;

Aos funcionários da UFMG que diretamente ou indiretamente me ajudaram durante este trabalho.

O homem deve criar oportunidades, não apenas encontrá-las.

(Francis Bacon)

RESUMO

O principal objetivo do presente estudo foi comparar a temperatura retal, a frequência cardíaca, a taxa de sudorese, a densidade urinária, o percentual de desidratação e a percepção subjetiva do esforço de homens, durante 90 min de exercício em cicloergômetro a 60 % do VO_2 , em uma câmara ambiental a 28° C e 78% de umidade, sob duas condições experimentais diferentes, uma com ingestão de carboidratos e minerais e a outra com gelatina placebo. Parâmetros anaeróbicos medidos durante o teste de Wingate, executado ao final dos 90 min de exercício aeróbio também foram comparados. Sete sujeitos jovens do sexo masculino (média de idade, peso, e percentual de gordura e VO_{2max} de $21,43 \pm 4,20$ anos, $65,46 \pm 10,45$ kg, $9,40 \pm 1,78$ %, $60,38 \pm 4,76$ ml.kg⁻¹min⁻¹, respectivamente) participaram voluntariamente deste estudo. Eles ingeriram um volume adequado de água destilada e cápsulas contendo carboidratos e minerais, ou placebo em intervalos de 15 de exercício. A temperatura retal dos sujeitos (medida utilizando sondas retais conectadas a uma teletermômetro Yellow Springs Incorporated[®]400-A) e a frequência cardíaca (medida utilizando um medidor de frequência cardíaca Polar[®]- Vantage XLTM) foram monitoradas de 5 em 5 min, ao longo do experimento. Os níveis de glicose e lactato sanguíneo foram medidos antes do início do exercício, aos 45 min e ao final do exercício. A glicose sanguínea foi também medida ao final do teste de Wingate. O teor de glicose sanguínea apresentou-se mais elevado ao final do teste ($p < 0,05$), quando os sujeitos ingeriram carboidratos e minerais ($116,0 \pm 12,0$ mg/dL) do que quando eles ingeriram placebo ($88,0 \pm 6,0$ mg/dl) . A temperatura retal, frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço aumentaram continuamente ao longo do período do exercício em ambas as condições, mas não foram observadas diferenças significativas entre os resultados dos dois tratamentos. O lactato

sanguíneo, a taxa de sudorese, a densidade urinária, o percentual de desidratação, assim como os parâmetros anaeróbicos (pico de potência, trabalho total e índice de fadiga medidos durante o teste de Wingate) também foram similares nos dois tratamentos. Concluiu-se, portanto, que a ingestão de carboidratos e minerais, quando comparada com a de placebo, produziu um aumento na concentração de glicose sanguínea ao longo do exercício, mas isto não afetou a percepção subjetiva do esforço, a temorrregulação, o balanço hídrico ou o desempenho anaeróbio dos sujeitos sob as condições do presente estudo.

ABSTRACT

The main purpose of the present study was to compare rectal temperature, heart rate, sweat rate, urine specific gravity, percent dehydration and rate of perceived exertion during a 90-minute cycle ergometer exercise at 60% of the VO_{2peak} , in an environmental chamber at 28°C and 78% humidity, under two different experimental conditions, one with the ingestion of carbohydrates and minerals and the other with gelatin placebo. Anaerobic parameters measured during a Wingate test performed at the end of the the 90-minute exercise were also compared. Seven young male subjects (mean age, weight, percent body fat and VO_{2max} of $21,43 \pm 4,20$ years, $65,46 \pm 10,45$ kg, $9,40 \pm 1,78$ %, $60,38 \pm 4,76$ ml.kg⁻¹min⁻¹, respectively) volunteered for the study. They were given adequate volumes of distilled water and capsules containig either carbohydrates + minerals or placebo at 15, 30, 45, 60 75 and 90 minutes of the exercise period. The subjects' rectal temperature (measured using rectal probes connected to a YSI® Model 400^A telethermometer) and the heart rate (measured using a Polar Vantage® heart rate meter) were monitored continuously throughout the experiments. Blood glucose and lactate levels were measured before, at 45 minutes and at the end of exercise. Blood glucose was also measured at the end of the Wingate test. Blood glucose was significantly higher ($p < 0,05$) when the subjects ingested carbohydrates and minerals ($166,0 \pm 12,0$ mg/dL) than when they ingested placebo ($88,0 \pm 6,0$ mg/dL). Rectal temperature, heart rate and rate of perceived exertion increased continuously throughout the exercise period in both conditions, but there was no difference between the results of the two treatments. Blood lactate, sweat rate, urine specific gravity, percent dehydration, as well as the anaerobic parameters (peak anaerobic power, total anaerobic work and fatigue index measured during the Wingate test) were also similar

under the two treatments. It was concluded that the ingestion of carbohydrates and minerals, when compared to the ingestion of placebo, produced an increased concentration in blood glucose, but it did not affect the rate of perceived exertion, thermoregulation, water balance or anaerobic performance of the subjects under the conditions of the present study.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização da amostra.....	58
Tabela 2	Frequência cardíaca.....	59
Tabela 3	Percepção subjetiva do esforço.....	61
Tabela 4	Temperatura retal.....	62
Tabela 5	Lactato sanguíneo.....	63
Tabela 6	Glicose sanguínea.....	64
Tabela 7	Gravidade específica da urina.....	65
Tabela 8	Taxa de sudorese.....	65
Tabela 9	Potência de Pico.....	66
Tabela 10	Índice de fadiga.....	66
Tabela 11	Trabalho Total.....	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Frequência cardíaca.....	59
FIGURA 2 Percepção subjetiva do esforço.....	60
FIGURA 3 Temperatura retal.....	62
FIGURA 4 Lactato sanguíneo.....	63
FIGURA 5 Glicose sanguínea.....	64

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Tabela 1-Risco de Hipertermia.....	26
------------------------------------	----

SUMÁRIO

1-Introdução	16
1.1 - Objetivo	17
1.2 -Justificativa	17
1.3 -Hipóteses do Estudo	19
1.4 -Delimitação do Estudo	19
1.5 - Definição de Termos	19
2 -Revisão de Literatura	20
2.1- Metabolismo no exercício físico prolongado	20
2.2- Água Corpórea Total	22
2.2.1- Funções da Água Corporal	24
2.3- Desidratação	25
2.3.1- Desidratação e aumento da Temperatura Corpórea	32
2.3.2- Equilíbrio Térmico	35
2.4-Reposição de Flúidos durante o exercício	39
2.4.1- Esvaziamento Gástrico	39
2.4.2- Volume do Líquido	40
2.4.3- Temperatura do Líquido	41
2.4.4- Concentração de Carboidrato	42
2.4.5- Intensidade do Exercício	44
2.4.6 Concentração Eletrolítica	45
2.5 O lactato sangüíneo durante exercícios de longa duração.....	48
2.6- Teste de Wingate.....	49
3 -Metodologia	50
3.1- Cuidados Éticos	50

3.2- Amostra	50
3.2.1- Avaliação física dos voluntários.....	51
3.3- Delineamento Experimental	52
3.4- Parâmetros Fisiológicos a serem analisados....	54
3.5- Situação Experimental	55
3.6- Tratamento estatístico.....	57
4 -Resultados	58
4.1- Caracterização da amostra.....	58
4.2-Variáveis fisiológicas.....	58
4.2.1-Frequência cardíaca.....	58
4.2.2- Percepção subjetiva do esforço.....	60
4.2.3-Temperatura retal.....	61
4.2.4-Concentração de lactato.....	62
4.2.5-Glicose sanguínea.....	64
4.2.6-Gravidade específica da urina.....	65
4.2.7-Taxa de sudorese.....	65
4.3-Variáveis de desempenho no teste de wingate.....	66
4.3.1-Pico de potencia.....	66
4.3.2-Índice de fadiga.....	66
4.3.3-Trabalho total.....	67
5 -Discussão	67
6 -Conclusão	72
7-Referências Bibliográficas	73
7 -Anexos	85

1-INTRODUÇÃO

A desidratação proveniente de atividades físicas prolongadas é um dos principais fatores limitadores da performance humana (SAWKA, 1992). A desidratação faz com que se reduza o limite de temperatura corporal que pode ser tolerada (SAWKA & YOUNG et al., 1992). Em exercícios realizados em ambiente quente o desenvolvimento da fadiga ocorre mais cedo do que os realizados em ambiente frio. A ingestão de fluidos tem demonstrado sucesso na melhora da performance em exercícios realizados no calor, como também o pré-resfriamento e aclimatização (KAY, 2000). Na tentativa de retardar a fadiga e diminuir os efeitos das reservas de glicose durante o exercício prolongado, tem-se estudado a reposição de hídrica e carboidratos. Estes estudos têm dado origem a um grande número de bebidas vendidas comercialmente.

Estudos publicados por vários autores (AHLBORG et al., 1967; COYLE et al., 1986; LANGENFELD et al. 1994, MAUGHAN et al., 1996) descrevem que a redução das reservas corporais de carboidratos durante o exercício físico prolongado pode resultar em limitação para a continuidade do mesmo. A ingestão de carboidratos durante o exercício promove a manutenção de concentração sanguínea de glicose e economia de glicogênio a partir da utilização imediata da glicose exógena (COSTILL et al, 1973; IVY, et al., 1983; BACHARACH et al., 1994; MARINS, 1995).

Vários estudos (GOMES. 1999; TIMMONS, 2000; WILMORE et al. 1998; FEBBRAIO et al., 1996; MARINS, 1995; BACHARACH et al. 1994) têm procurado verificar o efeito placebo da ingestão de bebidas isotônicas no desempenho físico em exercício prolongado. O efeito placebo do carboidrato pode ser um importante fenômeno na performance de atletas para verificar seu potencial ergogênico (CLARK et al., 2000). Normalmente o que se tem encontrado nos estudos sobre o efeito placebo, é fazer com que o sabor e a cor das bebidas ingeridas sejam semelhantes para que não sejam distinguidas diferenças entre a bebida placebo e a que contém carboidrato (IVY et al., 1983; SEIDMAN et al, 1991; BACHARACH et al, 1994; LANGENFELD et al. 1994 e CLARCK et al., 2000).

A maioria das investigações, sobre o efeito dos carboidratos ingeridos durante exercícios de intensidade moderada e baixa, tem demonstrado retardar a fadiga e melhorar o desempenho (COYLE et al., 1983; COYLE et al. 1986; COGGAN et al., 1989; WRIGHT et al., 1991; WILBER et al. 1991; MAUGHAN et al. 1996). Entretanto, em outros estudos os indivíduos que consumiram bebidas à base de

carboidratos versus placebo, não obtiveram melhora no desempenho físico (BRODWICZ et al., 1984; WILBER e MOFFAT, 1991; NASSIS et al. 1998).

Ao invés de se utilizar bebida carboidratada, GOMES (1999) usou cápsulas gelatinosas para fornecer carboidratos e eletrólitos aos participantes do seu estudo. Este foi o primeiro estudo a utilizar desta técnica. Seus resultados não mostraram diferenças no desempenho aeróbio quando comparado à ingestão de placebo e uma solução a 6% de carboidratos.

TIMMONS et al. (2000) também utilizou a técnica das cápsulas gelatinosas utilizando quatro gramas de carboidrato comparado com placebo. Os autores não encontraram diferenças entre os tratamentos no desempenho físico, mas a quantidade de carboidratos pode não ter sido suficiente para que houvesse uma diferença.

Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de duas diferentes formas de ingestão, água e placebo ou água mais carboidrato e eletrólitos em cápsula gelatinosa no desempenho física durante exercício submáximo realizado em ambiente quente e úmido, e no teste de Wingate realizado após 90 min de exercício.

1.1 - OBJETIVO:

Comparar os efeitos da ingestão de água com carboidratos e minerais, e água com um placebo (gelatina) utilizando-se cápsulas gelatinosas sobre parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequência cardíaca) e percepção subjetiva do esforço (PSE) durante exercício submáximo prolongado realizado em ambiente quente e úmido. Além disto, foi comparado o desempenho físico anaeróbio logo após o exercício prolongado nas duas situações experimentais, através das medidas da potência máxima, trabalho total e índice de fadiga no teste de wingate.

1.2 - JUSTIFICATIVA:

Pela literatura atual, a ingestão de bebida eletrolítica carboidratada restaura as reservas de glicose do corpo retardando a fadiga durante atividades de longa duração e de baixa ou moderada intensidade, em ambiente quente e úmido e termoneutro. (COYLE et al., 1983; COYLE et al. 1986; COGGAN et al., 1989; WRIGHT et al., 1991; WILBER et al. 1991; MAUGHAN et al. 1996).

O nosso grupo de pesquisa já vem trabalhando neste tema, sendo que GOMES (1999) comparou os efeitos da ingestão de água ou solução carboidratada eletrolítica durante um exercício submáximo até a exaustão, em ambiente termoneutro, e quente e úmido. Não foram verificadas diferenças entre as bebidas ao longo e no tempo total do exercício. Seus resultados demonstraram que o ambiente quente e úmido representa uma sobrecarga fisiológica significativamente maior em relação ao ambiente termoneutro.

MARINS (1995) encontrou diferença significativamente menor na PSE e FC e maior na glicose quando ingeriu Gatorade® em comparação a água em 2 horas de exercício submáximo. No entanto, ele não se preocupou com o possível efeito placebo do carboidrato. A melhora da performance em grupos onde não é possível ocultar o tipo de tratamento usado durante o estudo, pode estar associada ao efeito placebo (CLARK, et al.2000). Segundo estes autores, são claros a necessidade de pesquisas que explorem o efeito placebo em vários tratamentos e com vários tipos de exercícios. Alguns autores em seus estudos onde o tempo de exercício foi limitado entre 1 a 2 hs de duração, seguidos por um teste máximo até a exaustão ou não (Wingate), encontraram diferenças significativas no desempenho independente do teste. Este resultado foi relacionado com a diferença encontrada na glicose sanguínea, significativamente maior quando ingerido o carboidrato. (DE MARCO, et al.1999; CLARK, et al. 2000; SUGIURA & KOBAYASHI, 1998)

Todavia, estes estudos não têm utilizado cápsulas, que dificultassem a identificação por parte do participante qual material ingerido, glicose ou placebo. Nestes estudos, a garantia da não identificação do material ingerido foi dada normalmente pela palavra dos voluntários, ao se perguntar se eles poderiam distinguir diferenças entre o que estavam ingerindo. O efeito placebo seria garantido usando cápsulas em um estudo duplo cego como nos estudos de GOMES (1999) e TIMMONS (2000), já que alguns autores não confirmaram a melhora no desempenho físico com a ingestão de glicose durante o exercício.

Pelos trabalhos expostos na introdução e os resultados encontrados em nosso laboratório, fica claro que este trabalho deve passar pelo estudo do efeito placebo pela ingestão de carboidratos.

1.3 - HIPÓTESES DO ESTUDO:

De nulidade 1 – Não existem diferenças significativas na FC, PSE e Temperatura Retal, entre água ministrada com placebo e água ministrada com carboidrato e eletrólitos durante exercício submáximo em ambiente quente e úmido.

Alternativa 1 – Existem diferenças significativas na FC, PSE e Temperatura Retal entre água ministrada com placebo e água ministrada com carboidrato e eletrólitos durante exercício submáximo em ambiente quente e úmido.

1.4 - DELIMITAÇÃO DO ESTUDO:

No presente estudo, realizado no laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, foram analisadas diversas respostas fisiológicas durante 90 min de exercício seguido de um teste de wingate em uma bicicleta ergométrica no ambiente quente e úmido. Foram estudados sete indivíduos do gênero masculino, com no mínimo um $VO_{2\text{pico}}$ de $50 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

1.5 - DEFINIÇÃO DE TERMOS

Exercício prolongado: é em geral utilizado para descrever intensidades de exercício que podem ser sustentadas durante 30 a 180 min. Uma vez que a taxa de demanda de ATP é relativamente baixa, quando comparada com a de exercícios de alta intensidade, a fosfocreatina, os carboidratos e as gorduras podem contribuir com a produção de energia (MAUGHAN, et al.2000).

Placebo: Forma farmacêutica sem atividade, cujo aspecto é idêntico ao de outra farmacologicamente ativa. Dessa forma, caso o placebo provoque algum resultado, este será, apenas, de natureza psicológica (AURÉLIO).

Ambiente quente e unido: Ambiente termoneutro é aquele no qual os mecanismos termorregulatórios não estão sendo muito solicitados, sendo este 21 a 24°C de temperatura seca e 30 a 70% de umidade relativa do ar (CLARK e EDHOLM, 1985). Ambientes com valores superiores a esses, podem ser considerados quentes em relação à temperatura seca e úmida em relação à umidade relativa do ar.

Umidade relativa do ar: Razão entre a pressão de vapor de água na atmosfera e a pressão de vapor saturado na mesma temperatura (AURÉLIO).

2-REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - METABOLISMO NO EXERCÍCIO FÍSICO PROLONGADO

O organismo de um ser humano utiliza principalmente três sistemas de energia para a provisão da atividade física nas diversas atividades, sendo estes: sistema do fosfagênio, também chamado de anaeróbio alático ou ATP-CP; o sistema glicogênio-ácido lático, também chamado de anaeróbio lático, e o principal no metabolismo do exercício físico prolongado; sistema aeróbio. Proteínas, lipídios e carboidratos são todos fontes possíveis de combustível para contração muscular. O uso destes substratos depende da intensidade e da duração do exercício (McCONNELL et al., 1997).

O termo “exercício prolongado” é em geral utilizado para descrever intensidades de exercício que podem ser sustentadas durante 30 a 180 min. Uma vez que a taxa de demanda de ATP é relativamente baixa, quando comparada com a de exercícios de alta intensidade, a fosfocreatina, os carboidratos e as gorduras podem contribuir com a produção de energia (MAUGHAN, et al. 2000).

No início do exercício de intensidade moderada (50% a 60% do $VO_{2máx}$) o glicogênio muscular representa a maior parte do fornecimento energético para as fibras musculares e, à medida que o exercício prossegue, a captação e a utilização da glicose circulante passa a contribuir, sobremaneira para a produção de energia (ROMIJN, 1993).

O glicogênio é formado a partir dos carboidratos fornecidos pela alimentação, numa reação química chamada de glicogênese, que ocorre no organismo após a digestão de uma refeição. A utilização das reservas de substratos intra e extracelulares para o fornecimento de energia depende de fatores como a intensidade e duração do exercício, bem como, do estado de saúde, do estado nutricional e do nível de aptidão física do indivíduo, ou seja, quanto melhor condicionado fisicamente, maior o metabolismo das gorduras e menor o de glicogênio para uma determinada atividade (DENNIS et al., 1997).

Quando necessitamos de glicose na produção de energia, as correntes que formam o glicogênio são quebradas liberando moléculas de glicose. Esta quebra de

moléculas de glicogênio para liberar glicose visando sua utilização como combustível, chama-se glicogenólise.

As maiores reservas de glicogênio ficam localizadas nos músculos, no entanto, estas reservas são armazenadas pelas fibras musculares para uso exclusivo. De todas as reservas musculares de glicogênio, apenas as localizadas na musculatura atuante podem ser consideradas como efetivamente disponíveis para o desempenho. Não só nas fibras musculares se armazena glicogênio. O estoque do fígado, conhecido como glicogênio hepático, é da maior importância. Ao contrário dos músculos, o fígado libera a glicose contida em seu glicogênio armazenado (ROMIJN, 1993).

Esta glicose, decorrente da glicogenólise hepática, é lançada na corrente sanguínea e distribuída a todo organismo, principalmente ao sistema nervoso, que alimenta-se avidamente de glicose, e aos músculos envolvidos no esforço físico, que são grande consumidores (VRANIC, 1992; Mc ARDLE, 1998).

A contribuição do fígado na produção de glicose não se restringe apenas a suas reservas de glicogênio. Ele sintetiza novas moléculas de glicose a partir do glicerol, do ácido láctico, do ácido pirúvico e dos aminoácidos ramificados. Esta síntese é chamada neoglicogênese e os compostos nela envolvidos são oriundos da lipólise (glicerol), da glicólise (ácido láctico e pirúvico) e da alanina (aminoácido) (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

O ácido pirúvico é o produto final da glicólise. Como a glicose é estocada na forma de glicogênio, são as reservas de glicogênio que irão permitir a produção adequada de ácido pirúvico para a obtenção de energia. Em uma atividade física prolongada, o ácido pirúvico proveniente das reservas de glicogênio muscular é, na sua maioria, transformado em ácido acético para poder entrar no ciclo de Krebs e ser oxidado (KRAUSE & MAHAN, 1991).

Há uma pequena quantidade de ácido pirúvico que deixa a fibra muscular e é lançado na corrente sanguínea para chegar ao fígado. Uma outra parte do ácido pirúvico que é produzido acaba transformando-se em ácido láctico que também é transportado até o fígado. Por último, uma pequena porção do ácido pirúvico oriundo do glicogênio muscular é convertida em alanina, que vai contribuir, no fígado, para a formação de glicose na neoglicogênese, processo no qual os aminoácidos ramificados também intervêm.

Em função da necessidade obrigatória da glicose sanguínea para o metabolismo do sistema nervoso e da importância no metabolismo dos demais tecidos, o organismo

apresenta um complexo mecanismo de regulação glicêmica. Essa regulação da concentração sanguínea da glicose torna-se ainda mais importante durante o exercício físico, quando ocorre um aumento acentuado da sua utilização pelo músculo esquelético. Portanto, alguns processos metabólicos, tais como a glicogenólise e a gliconeogênese hepática, e a lipólise no tecido adiposo passam a ter um importante papel na manutenção da glicemia (VRANIC, 1992).

A depleção do glicogênio hepático pode limitar o desempenho, seja indiretamente acarretando uma depleção mais rápida dos estoques de glicogênio muscular, ou diretamente, acarretando o desenvolvimento de hipoglicemia que inibe as funções neurológicas (MAUGHAN, et al; 2000).

2.2 – ÁGUA CORPÓREA TOTAL

Nos recém-nascidos, a parcela de água no corpo equivale a cerca de 75%, no adulto jovem 63% em média nos homens e 52% nas mulheres (WEINECK, 1991).

As mulheres têm menor quantidade de água no corpo do que os homens; os sedentários menos do que os ativos e os idosos possuem maior quantidade de tecido adiposo do que homens ativos e os jovens respectivamente. Como o tecido adiposo contém aproximadamente 10% de água e o tecido muscular 75%, o total de água corporal de uma pessoa é proporcional à sua composição corporal (PANDOLF et al., 1988; ANDERSON, 1998; Mc ARDLE, 1998).

Para GUYTON (1993) a obesidade poderá interferir decisivamente no metabolismo da água no organismo, ao ponto de atingir apenas 45% do peso corporal total, enquanto no adulto normal, este percentual gira em torno de 60% .

A água é um componente essencial de todo o protoplasma e exerce um papel principal no metabolismo celular, sendo esta classificada como intra e extracelular. A água intracelular está no interior das células do corpo. A água extracelular inclui a água no sangue, na linfa, no líquido cefalorraquidiano e nas secreções, e a água intercelular ou intersticial é encontrada entre e ao redor das células (GUYTON, 1993).

O compartimento de líquido intracelular é maior e contém aproximadamente 67% da água corporal, enquanto o compartimento de líquido extracelular (plasma, água intersticial, ossos, linfa) contém aproximadamente 33% da água corporal para um homem adulto (SAWKA, 1992).

O volume desses compartimentos não é estático. Há uma troca dinâmica dos fluidos entre os compartimentos. O principal mecanismo utilizado para essa troca de fluidos entre os compartimentos intra e extracelular é a osmose (PANDOLF et al. 1988).

Mais de 99% de água intersticial está sob a forma de gel nos espaços intersticiais e continuamente comunicando-se com o plasma por meio dos poros nos capilares. Os capilares são porosos o suficiente para permitirem que a água e a maior parte das substâncias dissolvidas fluam livremente (KRAUSE & MAHAN, 1991).

A distribuição de água entre os compartimentos intracelular e extracelular é dependente do gradiente osmótico entre estes espaços. As membranas celulares são permeáveis à água, mas seletivamente permeáveis a vários solutos. Como resultado, alterações na concentração do soluto causam uma redistribuição da água através das membranas celulares, até que os dois espaços de líquido estejam em equilíbrio com respeito à pressão osmótica. Como o suor é hipotônico com relação ao plasma, haverá um excesso do soluto no plasma, que exercerá uma pressão osmótica para a redistribuição da água corporal (SAWKA, 1992).

O volume sangüíneo pode variar segundo o sexo, a idade e o grau de treinamento (ASTRAND & RODHAL, 1987). Com relação ao sexo, segundo estes autores, em termos gerais, pode-se esperar que um adulto (homem) tenha entre 5 e 6 litros de sangue e a mulher entre 4 e 4,5 litros. Aproximadamente, a quantidade total de sangue em um organismo seria para homens, mulheres e crianças respectivamente de 75, 65 e 60 ml/kg de peso. Entretanto, a expansão do volume plasmático maior do que 300 a 400ml conduz a uma hemodiluição excessiva e assim, a um decréscimo na capacidade de transportar oxigênio no sangue (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

O fluido transcelular raramente é considerado quando se está lidando com o balanço hídrico e o exercício. Os exemplos incluem o fluido das articulações, globo ocular e medula espinhal. As secreções digestivas também estão incluídas no fluido transcelular, e estas usualmente não são significativas durante o exercício, uma vez que a digestão tende a ser inibida durante a atividade física (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

Um estudo clássico de CONSOLAZIO et al. (1963) demonstrou que na atividade física há uma produção de água pelo próprio organismo sem que haja ingestão da mesma; é através da produção metabólica como resultado da oxidação de substratos energéticos como carboidratos e gorduras. Segundo OLSSON et al. (1970), essa fonte

de água durante o exercício é aquela liberada quando o glicogênio muscular é utilizado como substrato energético durante o exercício. Cada grama de glicogênio é armazenado com aproximadamente 3 a 4g de água, que é liberada durante a glicogenólise.

Considerando-se um homem gastando energia durante uma corrida numa taxa de 15 kcal/min, pode-se encontrar uma produção metabólica de água de aproximadamente 100g/h (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

2.2.1 – FUNÇÕES DA ÁGUA CORPORAL

Á água é elemento estrutural de macromoléculas e serve como solvente para substâncias de moléculas menores e como meio de transporte (WEINECK, 1991).

A água age na digestão, na absorção, na circulação e na excreção. Ela age como um meio de transporte para os nutrientes e todas as substâncias corpóreas. Os produtos residuais do metabolismo gerados na célula do organismo são transportados na solução aquosa por via sangüínea para os rins onde os resíduos são excretados na urina (GUYTON, 1993).

De acordo com (Mc ARDLE et al., 1998) a água ainda possui as seguintes propriedades:

- 1- A difusão dos gases através de superfícies umedecidas pela água.
- 2- Transporte de nutrientes e gases em solução aquosa.
- 3- Eliminação dos produtos de desgaste do corpo através da água na urina e nas fezes.
- 4- Estabilização térmica.
- 5- Lubrificação de articulações e pelo fato de ser essencialmente incompreensível, ajuda a proporcionar estrutura e forma ao corpo, através do turgor que empresta aos tecidos.

Um débito cardíaco adequado durante o exercício é uma função da pressão hidrostática que propela o sangue através das artérias. Isto é muito dependente de um volume sangüíneo adequado que evidentemente está relacionado com a quantidade de água do corpo (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

A celulose e a hemicelulose nos alimentos absorvem água e entumecem, assim aumentam o peso fecal e ajudam na eliminação. A água mantém o equilíbrio físico e químico dos fluidos intra e extracelular (KRAUSE & MAHAN, 1991).

A regulação e a remoção do calor do corpo (termorregulação) dependem do suprimento adequado de água para a produção do suor. As propriedades físicas como condutância (para transferência de calor do centro do corpo), vaporização do calor (para remoção do calor através da evaporação do suor) e o calor específico da água ilustram seu papel na regulação da temperatura (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

A água e os eletrólitos nos fluidos corporais são importantes para o desempenho do exercício por: I – manterem o volume e a osmolalidade sanguíneos para o transporte e a transferência de oxigênio, combustíveis, produtos da excreção celular e moléculas regulatórias; II – termorregularem para evitar superaquecimento perigoso; III – apresentarem propriedades de absorção de choque e lubrificação; IV – promoverem a homeostasia das funções enzimáticas e neuromuscular (MAUGHAN & NOAKES, 1991).

2.3 – DESIDRATAÇÃO

A intensidade do exercício e as condições ambientais interferem na quantidade de suor produzido, e sabe-se que a falta de reposição de líquidos durante o exercício pode levar à desidratação, a qual prejudica o desempenho esportivo, podendo causar acidentes hipertérmicos. Alguns estudos sobre balanço hídrico já foram realizados com atletas de algumas modalidades esportivas como ciclismo, basquetebol e futebol (SHI & GISOLFI, 1998; BURKE & HAWLEY, 1997). Na maioria das vezes, a ingestão voluntária de líquidos pelos atletas, durante as competições, não é suficiente para repor a perda hídrica causada, principalmente, pela sudorese. Por isso, muitas vezes, atletas se desidratam involuntariamente sem se aperceberem.

No cotidiano, sem atividades físicas, perde-se e deve-se repor aproximadamente 2,0 litros de água por dia. Desta quantia, aproximadamente 0,2 litros são perdidos através dos pulmões, 1,1 litros através da urina, 0,1 litro através das fezes e 0,6 litro através da transpiração (transpiração insensível).

Segundo GUIMARÃES & SILAMI-GARCIA (1993) não existe na literatura uma definição numérica precisa para o que seja ambiente frio, termoneutro ou quente para o clima brasileiro.

Segundo HAYMES & WELLS (1986) ambiente termoneutro é considerado aquele em que a taxa metabólica está no limiar mais baixo e o organismo faz o menor

esforço termorregulatório. A faixa de temperatura considerada como confortável pelos americanos e ingleses é de 21 a 24 °C.

Na falta de um conceito nacional para o que seja ambiente quente, frio ou termoneutro, GUIMARÃES & SILAMI-GARCIA (1993) consideram ambiente termoneutro como sendo aquele com temperatura variando entre 21 e 24 °C, ambiente frio como aquele ambiente cuja temperatura esteja abaixo de 21 °C, e ambiente quente como aquele com temperatura acima de 24 °C.

Os riscos impostos pelo ambiente podem ser verificados com a utilização do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido-Temperatura de Globo), um indicador de estresse térmico utilizado internacionalmente, que representa a temperatura ambiente baseada na combinação de três temperaturas: seca (temperatura do ar na sombra), globo (calor radiante da luz solar direta) e úmida (mensura a pressão de valor de água do ambiente). Assim, a medida da temperatura IBUTG pode classificar os ambientes quanto ao risco de hipertermia (Tabela-1).

Tabela 1- Risco de hipertemia

IBUTG (°C)	RISCO
< 10	Risco de hipotermia
< 18	Baixo para hipertermia
18 a 23° C	Moderado para hipertermia
23 a 28° C	Alto para hipertermia

FONTE: POWERS & HOWLEY (2000)

Uma perda de água ocorre continuamente e a desidratação pode aparecer após poucas horas de exercício realizado em ambientes quentes (Mc ARDLE et al., 1992). Assim, quando um exercício é realizado no calor esta perda de água através da transpiração pode ultrapassar 2 litros por hora (SHARKEY, 1990).

A desidratação contribui indiretamente para aumentar a quantidade de calor retido no corpo e reduzir a tolerância ao calor (SAWKA, 1992; GUIMARÃES & SILAMI-GARCIA, 1993) devido, principalmente, à redução do volume sanguíneo ocasionado pela reposição inadequada de líquidos e pela redistribuição do volume

sangüíneo da circulação central para a periferia, com intuito de evitar a hipertermia (ARMSTRONG et al., 1997).

Estudos mais recentes sobre hidratação, também relataram que uma das conseqüências da desidratação é o aumento do desgaste cardiovascular, sendo eles, decréscimo do volume de ejeção, aumento da frequência cardíaca, aumento da resistência vascular sistêmica e, possivelmente, uma redução do débito cardíaco (ARMSTRONG et al., 1997; MONTAIN & COYLE, 1992; SAWKA, 1992).

A produção de suor de um corredor durante um exercício em estado de equilíbrio chega em média de 1,5 a 2,0 L por hora (HANSON, 1979). Dependendo da intensidade, condições ambientais, nível de treinamento, aclimatação ao calor, a taxa de suor pode chegar de dois a três litros por hora (Mc ARDLE et al., 1992).

O mecanismo da sede é na maioria das vezes insuficiente e não reage com rapidez suficiente à falta de água no corpo, o que leva ao fenômeno conhecido como desidratação voluntária (KEREN et al., 1980).

Um estudo clássico de ADOLPH et al. (1947) reportou que a sede ocorreu após 2% de desidratação e não aumentou em intensidade após um maior aumento nos níveis de desidratação. O autor reportou também que um déficit de 4 a 6% de água está associado com anorexia, impaciência e dor de cabeça; de 6 a 10% está associado à incapacidade de deglutir, necessitando portanto de assistência na reidratação; e finalmente uma desidratação de 15 a 25% do peso corporal é a faixa estimada como letal.

Durante exercício e estresse térmico, as respostas dos fluidos intravasculares são extremamente variáveis. Vários investigadores descreveram em experimentos aparentemente similares, hemoconcentração, hemodiluição ou nenhuma alteração no volume do plasma (SENAY, 1979; HARRISON, 1985; SENAY, 1985).

Estudos clássicos de ROBINSON et al., (1941) e EICHNA et al., (1945) demonstraram que enquanto as taxas de suor de indivíduos não aclimatados podem ser de 1 a 1,5 L/h, as taxas de suor a curto prazo (1 a 2 h) podem aumentar para até 3 a 4 l/h durante o exercício executado em condições quentes e úmidas após a aclimatação.

Um corredor pode perder 7,5 L de suor em 3 h. Como a ingestão de fluidos pelos corredores dificilmente ultrapassa 50% de suas perdas, um decréscimo de aproximadamente 6% do peso corporal (indivíduo de aproximadamente 65 kg) pode ser experimentado até o final da corrida (ARMSTRONG et al., 1995).

Em um estudo de COSTILL et al. (1976), os sujeitos foram desidratados pela combinação de exercício na bicicleta ergométrica e exposição ao calor. Logo após completar o exercício na bicicleta, amostras de sangue e de músculo esquelético foram obtidas. Os autores observaram que quando volumes pequenos de água corporal eram perdidos, o déficit de água vinha principalmente do compartimento extracelular. À medida que a perda de água aumentava, uma porcentagem proporcionalmente maior do déficit de água vinha do compartimento intracelular.

Estudos de BEM-ARYEH et al. (1989) demonstraram um decréscimo na produção de saliva (boca seca) após o exercício submáximo e supramáximo. Vários fatores podem acarretar esse dano, inclusive um decréscimo de fluxo sanguíneo para as glândulas salivares. Outros fatores incluem desidratação, respiração vigorosa pela boca e aumento da viscosidade salivar.

Um homem pode perder a maior parte das gorduras e do glicogênio e a metade de suas proteínas (perda de 40% do peso corpóreo), mas uma perda de 20% de água corpórea causa a morte, e perda de apenas 10% da água causa distúrbios graves (MAUGHAN et al, 1997).

Segundo SAWKA & GREENLEAF (1992) a desidratação reduz a performance, via prejuízos termorregulatórios e cardiovasculares.

SALTIN & COSTILL (1988) afirmaram que uma desidratação de apenas 2% do peso corporal pode comprometer a performance e de mais de 5% pode diminuir a capacidade de trabalho em aproximadamente 30%.

A desidratação de 1 a 2% da massa corporal pode comprometer a função fisiológica e influenciar negativamente o desempenho, como foi mostrado no estudo de WALSH et al. (1994), no qual o percentual de desidratação de 1,8% da massa corporal prejudicou o desempenho físico no ciclismo de alta intensidade. A desidratação acima de 3% da massa corporal promove distúrbios fisiológicos que aumentam o risco de exaustão pelo calor, podendo provocar até a morte durante o exercício. Este nível de desidratação é comum em esportes e pode ser alcançado rapidamente quando o atleta inicia a sessão de exercícios já desidratado. Sede, irritabilidade, desconforto geral seguido de dor de cabeça, fraqueza, tonturas, câibras, resfriamentos, vômitos, náuseas e queda no desempenho são sinais e sintomas básicos da desidratação (NATA, 2000).

Alguns estudos não têm mostrado benefícios fisiológicos ou melhora no desempenho quando a reidratação ocorre durante uma sessão de 1 h de exercício intenso

em ambiente termoneutro. Os autores justificaram que esta sessão de exercício pode não ter provocado uma perda de suor suficiente, que causasse uma perda de massa corporal de no mínimo 2%, pois este limiar poderia influenciar negativamente as funções fisiológicas e o desempenho (Mc CONELL et al., 1999; ROBINSON et al., 1995).

A gravidade específica e a cor da urina são maneiras de se avaliar o estado de hidratação dos indivíduos. Na revisão publicada por NATA (2000), os autores mostram que valores de leitura no refratômetro menores que 1.010 refletem indivíduos bem hidratados e leituras maiores que 1.020 refletem desidratação. ARMSTRONG et al. (1994) definiram que indivíduos bem hidratados devem apresentar leituras menores que 1.013, indivíduos euhidratados devem apresentar leituras entre 1.013-1.029 e desidratados acima de 1.029 ao se comparar 2 estudos em laboratórios e um estudo de campo sendo que dois eram em ambiente quente.

HARRISON (1986) reportou que a desidratação afeta negativamente o volume de sangue e as respostas termorregulatórias ao exercício, provocando portanto uma redução na capacidade de performance. O calor e o exercício, separadamente ou em associação, podem causar redução no volume de plasma, levando a uma hemoconcentração. Especialmente durante exercícios realizados no calor, quando há demanda de suprimento de sangue para os músculos e pele, a hemoconcentração representa uma resposta indesejável.

A hemoconcentração se refere ao aumento progressivo da concentração dos constituintes intravasculares, que acontece devido a uma perda contínua de fluido (água e plasma) proveniente do espaço intravascular (HARRISON, 1985).

GISOLF & WENGER (1984) observaram que o prejuízo na termorregulação que acompanha a desidratação parece ser o resultado de reduções no volume plasmático e de aumentos na osmolalidade, ambos os resultados da perda de fluidos hipotônicos através das glândulas de suor.

Com o aumento do grau de hipohidratação, há uma elevação gradual da temperatura central prejudicando a capacidade de dissipação de calor corporal (ADOLPH & DILL, 1948; SAWKA et al., 1985; GUIMARÃES & SILAMI-GARCIA, 1993). Espera-se que a hipohidratação provoque mudanças sistemáticas no controle termorregulatório da sudorese.

O aumento do grau de hipohidratação provoca uma redução sistêmica da taxa de sudorese para uma dada temperatura central, durante o exercício realizado em ambiente

quente, e aumenta o limiar de temperatura para o início da sudorese (SAWKA, 1992; SAWKA et al., 1996).

No estudo de COSTILL (1976), oito sujeitos foram desidratados em 2, 4 e 6% do peso corporal através de exercício realizado em ambiente quente, resultando numa redução de 4, 8 e 14% do volume de plasma respectivamente, representando 10% do total de água perdida em cada uma das situações.

Em exercícios feitos em bicicleta, a quantidade de plasma que deixa o volume vascular depende da intensidade do exercício, ou seja, quanto maior a intensidade do exercício, maior a redução do volume plasmático. Isto é de certa forma intuitivo, uma vez que a pressão sangüínea também aumenta em função da intensidade do exercício (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

COSTILL & FINK (1974) colocaram seis sujeitos para se exercitarem durante 2 hs em ambiente termoneutro (22,2 °C) a uma intensidade 60 – 70% do $VO_{2máx}$ e observaram uma redução de 16 – 18% no volume do plasma, utilizando-se de valores de hemoglobina e hematócrito. No começo do exercício, houve uma redução de aproximadamente 12,2% no volume de plasma e nos 110 min seguintes, uma redução adicional de apenas 3,6%. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de DILL & COSTILL (1974), onde seis sujeitos foram desidratados em 4% do peso corporal através de corrida realizada em ambiente termoneutro, durante 2 hs. O percentual de alteração no volume de plasma calculado a partir de análises do hematócrito e da hemoglobina foi de 12,2%.

Diferentemente SAWKA et al. (1980) mostraram que, durante 100 min de corrida na esteira, o volume de plasma permaneceu estável apesar dos 4% de redução no peso corporal. Da mesma forma, KOLKA et al. (1982) reportaram que durante uma maratona, o volume de plasma permaneceu estável apesar dos 7% de redução no peso corporal.

MILES et al. (1983) estudaram nove sujeitos do sexo masculino enquanto se exercitavam em uma bicicleta ergométrica e em uma manivela. Os testes eram descontínuos e com intensidade progressiva. Houve uma hemoconcentração progressiva com o aumento da intensidade de ambos tipos de exercício. Foi observado em um mesmo nível de consumo de oxigênio, uma maior redução no volume de plasma através do exercício realizado em manivela, do que no exercício realizado em bicicleta ergométrica. Os autores sugeriram que isto pode ter sido um reflexo da maior pressão arterial observada durante o exercício com braço (manivela), favorecendo um maior

fluxo de líquido para fora do espaço vascular. Houve uma relação linear entre quantidade de plasma perdido e a intensidade do exercício, para os dois tipos de exercício. O fluxo de plasma durante o exercício estava relacionado com a pressão arterial, a qual está diretamente relacionada com a intensidade do exercício.

Segundo WOLINSKY & HICKSON Jr. (1996), embora o termo “perda” de plasma seja freqüentemente utilizado, esta é uma situação apenas temporária uma vez que o volume vascular tipicamente retorna aos níveis do pré-exercício dentro de minutos após terminado o exercício.

Segundo SENAY et al. (1985), eficiências prolongadas de volume plasmático parecem ocorrer apenas se o exercício tiver sido extenso e/ou executado no calor e, ainda, combinado com um grande volume de suor.

A água total do corpo, em particular, o volume plasmático tem demonstrado sofrer expansão após o treino de resistência no calor. A expansão do volume plasmático pode ou não ser acompanhada por um aumento equivalente no número de células sangüíneas (hemáceas). Isso parece depender da intensidade das sessões de treino (quanto maior a intensidade, maior o aumento no número de hemáceas) (SENAY et al., 1985).

De acordo com EKBLUM et al. (1970), que estudaram o efeito da hidratação (água a 37 °C, igual à perda de água) e desidratação moderada (1%), na regulação da temperatura em três homens durante exercício contínuo e intermitente realizado na bicicleta ergométrica, e mostram que a taxa média de suor foi menor em ambos experimentos onde houve desidratação.

De acordo com FORTNEY & VROMAN (1985), quando um indivíduo é exposto abruptamente em ambiente quente ou executa um exercício intenso, a taxa de suor aumenta e atinge seus valores máximos dentro de 1 a 3 hs, e depois decai progressivamente com a continuação da exposição, ainda que as temperaturas da pele e interna permaneçam elevadas. Este processo de declínio na sudorese tem sido definido como hidromeiose, que ocorre devido a um suposto bloqueio mecânico dos ductos sudoríparos causado pelo edema das células de epiderme.

Quando um indivíduo não se reidrata adequadamente, mesmo com fluidos disponíveis, ocorre a desidratação voluntária. A desidratação voluntária tem sido considerada como um fenômeno que ocorre durante exercício em ambientes quentes onde o consumo voluntário de água não acompanha a perda de água, mesmo não sendo resultado de um comportamento consciente (SOHAR et al., 1962).

O exercício físico prolongado realizado em ambiente quente provoca uma sobrecarga cardiovascular (HARRISON, 1985). A vasodilatação periférica e a desidratação provocadas por calor produzem um menor volume sistólico e um menor débito cardíaco, fazendo com que a frequência cardíaca se eleve numa tentativa de compensar estes prejuízos circulatórios (PANDOLF et al., 1988).

No estudo de BOTHOREL et al. (1990), cinco sujeitos do sexo masculino se exercitaram por seis períodos de 25 min separados por intervalos de 5 min, em ambiente quente (36 °C). Após uma hora de exercício, sem ingestão de fluidos, os sujeitos continuaram a ser desidratados ou eram reidratados com água ou soluções eletrolíticas. O maior aumento na frequência cardíaca observada durante a realização do exercício, sem ingestão de fluidos, confirmou que a desidratação aumenta o custo cardíaco, originado da redução do volume plasmático e de aumentos consistentes na temperatura retal.

Quando o exercício prolongado é realizado em ambiente quente, a frequência cardíaca pode atingir valores próximos do máximo e, assim, os aumentos na frequência cardíaca não podem mais compensar as reduções no enchimento cardíaco (FORTNEY & VROMAN, 1985).

No estudo de CANDAS et al. (1986), cinco sujeitos do sexo masculino foram expostos por quatro horas a um ambiente com temperatura de 34 °C enquanto pedalavam uma bicicleta ergométrica em períodos de 25 min de exercício, seguidos de 5 min de descanso nas primeiras duas horas e de 20 min de exercício, seguidos de 10 min de descanso nas últimas duas horas de exercício. Cinco sessões experimentais foram executadas: uma sem reidratação e outras quatro com diferentes tipos de fluidos. A frequência cardíaca foi maior durante o exercício da sessão sem ingestão de fluido do que durante o exercício das sessões com ingestão de fluidos.

2.3.1 - DESIDRATAÇÃO E AUMENTO DA TEMPERATURA CORPÓREA

Fatores como intensidade do exercício, nível de condicionamento físico, nível de aclimatação dos atletas, condições ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento), tipos de roupas utilizadas e estado de hidratação interferem na taxa de sudorese (BURKE & HAWLEY, 1997; NATA, 2000).

O treinamento físico tipicamente moderado resulta em uma perda de suor de 0,8 a 1,4 L/h, mas a maior taxa de sudorese que já foi mostrada em atletas foi de 3,7 L/h. Além disso, taxa de sudorese durante exercício intermitente pode exceder a taxa observada durante exercícios contínuos, exemplificada por uma partida de basquete cuja estimativa foi de 0,9 a 1,6 L/h (BROAD et al., 1996). Sabendo que a quantidade de líquidos que o estômago consegue esvaziar durante o exercício é 0,8 a 1,2 L/h explica também porque os atletas, rotineiramente, experimentam uma perda de massa corporal de 2 a 8% durante competições e treinamento (COYLE & HAMILTON, 1990; BURKE & HAWLEY, 1997).

Os mecanismos fisiológicos mediadores da alteração da sudorese no estado hipoidratado não está claramente definido. Alguns autores sugerem que a hipertonidade do plasma e a hipovolemia talvez sejam responsáveis pela redução na sudorese observada durante exercício realizado em ambiente quente (SAWKA, 1992; SAWKA et al., 1996).

Deve-se ressaltar a importância dos hormônios aldosterona e antidiurético (ADH) no balanço hídrico corporal durante exercício realizado no calor. Quando a taxa de sudorese excede a ingestão de líquidos provocando a desidratação, a hipovolemia e a hipertonidade, ocorre a liberação destes dois hormônios para conservação da água corporal e manutenção da pressão sanguínea (SAWKA, 1992, GUYTON & HALL, 1997). Poucos estudos têm relatado a influência da hipoidratação e da intensidade do exercício sobre a resposta destes dois hormônios no estresse térmico. No estudo de MONTAIN et al. (1997) foi observado que a aldosterona e o ADH aumentaram proporcionalmente com a hipoidratação, e este efeito persistiu durante todo o exercício no estresse térmico. Além disso, estes dois hormônios tiveram um maior aumento durante o exercício intenso, quando comparado com exercício de baixa intensidade.

Durante atividades em ambientes mais quentes há menor tolerância ao exercício devido às adaptações provocadas pela elevação da temperatura corporal que ocorrem no sentido de resfriar o corpo, levando a uma denominada "sobrecarga cardiovascular" decorrente da taxa de sudorese (CLARK & EDHOLM, 1985).

Em atividades físicas de intensidade média e duração prolongada de 1 hora, mesmo em ambiente denominado "termoneutro", o calor produzido pelo músculo ativo e transportado pelo fluxo convectivo de sangue para o centro do corpo seria suficiente para elevar a temperatura e estimular os receptores de calor localizados no hipotálamo.

Em resposta a este aumento da temperatura central, o fluxo sanguíneo cutâneo aumentaria para transportar o calor do centro para a pele e a sudorese seria iniciada, na tentativa de provocar um resfriamento evaporativo do corpo (GISOLF & DUCHMAN, 1992).

No estudo de BOTHOREL et al. (1990), o exercício foi realizado no calor com e sem ingestão de fluidos. Apesar da taxa de sudorese não ter sido significativamente diferente na situação com e sem água, foi observado que a maior taxa de suor ocorreu paralelamente à uma menor temperatura interna. O aumento da taxa de sudorese nestas condições, resultaria em perdas significativas de água quando então a reposição de líquido torna-se importante (DEUSTER et al., 1992).

A desidratação, portanto, participaria como mecanismo de fadiga em decorrência das grandes taxas de sudorese desencadeadas pela necessidade de resfriamento durante os exercícios submáximos de longa duração, principalmente em ambientes quentes e úmidos que alterariam o equilíbrio hidroeletrólítico do corpo (MAUGHAN & NOAKES, 1991).

GUIMARÃES & SILAMI-GARCIA (1993) estudando os efeitos da ingestão de água fria (12°C) sobre o estado de hidratação e as respostas termorregulatórias, em ambiente hipertérmico, antes e durante a realização de um exercício submáximo na bicicleta ergométrica, verificaram um aumento no tempo total de exercício no grupo que ingeriu água, quando comparado com o grupo sem água, e atribuíram este achado a um resfriamento corporal provocado pela ingestão da água fria, uma vez que a desidratação foi semelhante nos dois grupos.

Diferentes estudos têm relatado a importância do estado de hidratação sobre a tolerância ao exercício prolongado, verificando que indivíduos normalmente hidratados suportariam melhor as elevações da temperatura corporal quando comparados com indivíduos desidratados (BARR, COSTILL & FINK, 1991; SAWKA & GREENLEAF, 1992; SAWKA et al., 1992; DEUSTER et al., 1992; LAMBERT et al., 1996, MAUGHAN et al., 1997).

Com o aumento da temperatura corporal, acima de 39°C, o organismo, gradativamente, torna-se menos capaz de transferir calor para o ambiente, podendo ocasionar problemas decorrentes do calor, como câibras, exaustão pelo calor e intermação (SILAMI-GARCIA & RODRIGUES, 1998; POWERS & HOWLEY, 2000; HAYMES & WELLS, 1986).

GREENLEAF & CASTLE (1971) desenvolveram um estudo com o objetivo de

investigar as alterações na temperatura corporal durante exercício realizado sob várias formas de hidratação e determinar se estas alterações foram devidas a alterações na sudorese. Os oito homens que participaram do estudo realizaram um exercício em bicicleta ergométrica a 49% do $VO_{2máx.}$, em ambiente com temperatura de 23,6 °C e 50% de U.R.A. Os três níveis de hidratação estudados foram + 1,2% - 1,6% e - 5,2 % do peso corporal. Os autores concluíram que houve um aumento de 0,1 °C na temperatura retal para cada redução de 1% no peso corporal.

SAWKA et al. (1992) ao estudarem as bases fisiológicas da exaustão causada por "sobrecarga térmica" em indivíduos aclimatados ao calor e altamente treinados, observaram que haveria uma menor tolerância à "sobrecarga hipertérmica", representada pelo tempo total de exercício nos indivíduos hipo-hidratados quando comparados com indivíduos euhidratados.

MOSELEY & GISOLFI (1993) publicaram uma revisão, na qual mostraram que o aumento excessivo da temperatura interna pela exposição ao calor, pode levar ao choque circulatório e falência múltipla dos órgãos, com os mesmos sintomas apresentados por quem está com endotoxemia sistêmica.

2.3.2 - EQUILÍBRIO TÉRMICO

O equilíbrio térmico conta com algumas vias de ganho e perda de calor, que são a radiação ($\pm R$), a convecção ($\pm C$), a condução ($\pm K$), a evaporação (- E), o trabalho (- W) e o metabolismo (+M). A principal via de ganho de calor é o metabolismo, que pode ser aumentado em até 20 vezes durante a prática de uma atividade física intensa. O exercício físico aumenta a taxa metabólica corporal para fornecer energia para a contração muscular. Dependendo do tipo de exercício, entre 70 e 100% do metabolismo é liberado na forma de calor, que precisa ser dissipado para balancear o calor corporal (SAWKA, 1992).

Rotineiramente o exercício físico aumenta o metabolismo corporal total de 5 a 15 vezes os níveis de repouso, para atender às necessidades energéticas das contrações musculares. Aproximadamente 70 a 90% da energia liberada durante a contração muscular se perde na forma de calor, que necessita ser dissipado para que a temperatura corporal não se eleve acima de limites toleráveis (SAWKA et al., 1996). Esta dissipação de calor ocorre por meio de quatro processos, sendo eles, a radiação, a condução, a convecção e a evaporação. Os três primeiros processos dependem de um gradiente de

temperatura entre a pele e o ambiente e a evaporação está relacionada com a umidade relativa do ar (POWERS & HOWLEY, 2000; SILAMI-GARCIA et al. 1999; McARDLE et al., 1998; STITT, 1993). Com o aumento da temperatura ambiente, a contribuição da condução e da convecção no processo de dissipação de calor decresce acentuadamente e a radiação torna-se quase insignificante, enquanto que a evaporação do suor passa a predominar como o principal mecanismo para dissipação de calor corporal (NATA, 2000; SILAMI-GARCIA et al., 1999; SILAMI-GARCIA, 1997).

Segundo Mc ARDLE et al. (1992), quando os músculos entram em atividade, sua contribuição térmica é enorme. Apenas com os calafrios, a taxa metabólica total pode aumentar três a cinco vezes.

Como a nossa eficiência mecânica durante atividades como a corrida e o ciclismo é de apenas 20%, cerca de 80% da energia total gasta é liberada no nosso corpo na forma de calor. Isto significa que se uma pessoa de 60 kg fizer um trabalho de 200 W, serão produzidos 800 W de calor, ou seja, 11,3 Kcal serão gastas para produzir calor. Se esta pessoa não estivesse perdendo calor para o ambiente, sua temperatura corporal se elevaria em 8 °C, com conseqüências fatais em 35 min. Este fato evidencia a necessidade da dissipação do calor produzido. Essa dissipação, por sua vez, depende das condições ambientais, principalmente a temperatura e a umidade relativa do ar. A evaporação do suor produzido é a principal via de perda de calor pelo corpo em ambientes quentes (MAUGHAN, 1987).

A evaporação seria responsável por mais de 80% do calor total removido durante a realização do exercício, principalmente em ambientes quentes. Para um homem de 70 kg, cada 100 ml de suor evaporado seria capaz de diminuir a temperatura média da pele em 1°C (BASSET et al., 1987).

Para cada grama de suor evaporado do corpo de um indivíduo, 0,58 kcal de calor estão sendo dissipados para o ambiente, ou seja, para cada 100 g de suor evaporado do corpo, aproximadamente 58 kcal estão sendo liberadas para o ambiente. Isto equivale a um resfriamento de 1,6 °C para um indivíduo com peso corporal de 60 kg que não estivesse ganhando calor por nenhuma via (HAYMES & WELLS, 1986; MAUGHAN, 1987).

A evaporação do suor produzido é, portanto, um meio eficiente de resfriar o corpo. Em condições ambientais quentes e úmidas a evaporação pode contribuir com mais de 80% da dissipação de calor corporal; no entanto, quanto mais elevada a

umidade relativa do ar (acima de 75%), maior a dificuldade de ocorrer a evaporação do suor, fazendo com que este escorra pelo corpo sem reduzir a temperatura corporal, provocando apenas a desidratação (SILAMI-GARCIA et al., 1999; SILAMI-GARCIA, 1997; McARDLE et al., 1998; MAUGHAN, 1992). A situação ideal para remoção máxima do calor seria ter constantemente uma fina camada de suor formada (e imediatamente evaporada) sobre toda a superfície do corpo (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

A condução raramente terá um papel importante na perda de calor do corpo, a menos que o corpo esteja em contato com uma substância volumosa e boa condutora de calor. HARDY & DUBOIS (1938) declararam ainda, em clássico estudo, que o ritmo de condutância é dependente da diferença de temperatura das duas superfícies. Durante o exercício, a condução tem portanto um pequeno papel tanto na absorção quanto na perda de calor do corpo, a menos que o exercício esteja sendo feito na água.

SOARES (1993) verificou uma diminuição na tolerância ao exercício nos indivíduos com a temperatura interna previamente elevada pela imersão em água quente quando comparados com o grupo controle, resultando no decréscimo médio de 27,9% no tempo total de exercício acompanhado de maiores taxas de percepção subjetiva do esforço.

A convecção, de acordo com o estudo clássico de HARDY & DUBOIS (1938) é responsável por aproximadamente 15% da perda de calor quando um homem está quieto, mas por muito mais do que isto quando houver qualquer movimento de ar considerável sobre a superfície do corpo.

A radiação é um fator importante no equilíbrio térmico, pois através deste mecanismo se ganha muito calor através da radiação solar em dias claros e se perde também quando o ambiente está com temperatura inferior a do corpo. O ganho de calor por radiação por exposição ao sol, pode atingir 150 a 300 Kcal por hora (SOHAR, 1965).

Quando a temperatura ambiente é maior que a temperatura da pele, os mecanismos de radiação, condução e convecção ao invés de auxiliarem no resfriamento do corpo durante o exercício, causam absorção de calor pelo corpo. Quanto maior for a umidade relativa do ar menor será o percentual de suor evaporado do corpo. Isto significa que o organismo está sujeito a ter que secretar, nestas condições, vários litros de suor para que o corpo consiga dissipar as 580 kcal conseguidas com um litro de suor em condições normais (KEREN et al., 1980).

De acordo com MAUGHAN (1987), quando a produção de calor é grande, a perda de calor por radiação, convecção e condução sozinhas, provavelmente não são suficientes para prevenir um aumento na temperatura corporal, mesmo quando a temperatura ambiente é baixa e o fluxo de ar através do corpo é relativamente alto. Quando a temperatura ambiente é alta, estes mecanismos servirão para aquecer o corpo, ao invés de auxiliar na dissipação de calor.

De acordo com SUTTON (1984), embora a coagulação das proteínas celulares só ocorram quando a temperatura de 45 °C é alcançada, o corpo só consegue tolerar temperaturas corporais maiores que 41 °C por um curto período de tempo.

No trabalho clássico de PUGH (1964), os corredores que ingeriram uma quantidade de água suficiente para manter o déficit de água em menos de 3% do peso corporal, tiveram uma temperatura retal de 38,5 °C ao final de uma corrida de 30km. Aqueles que perderam mais de 5% de água corporal terminaram a corrida com uma temperatura de 41 °C.

VIVEIROS (1996) estudou os efeitos da ingestão de água a 10, 24 e 38 °C sobre a tolerância ao exercício submáximo prolongado até a exaustão. Este trabalho concluiu que a ingestão de água a diferentes temperaturas, não modificou significativamente as variáveis cardiovasculares, respiratórias, metabólicas e neurais durante as situações experimentais, ou no momento da exaustão.

A temperatura interna é geralmente representada pela temperatura retal, mas pode também ser representada pela temperatura esofágica ou timpânica. A medição da temperatura retal é feita através de uma sonda inserida alguns centímetros (5 - 27 cm) além do esfíncter anal. A medição da temperatura esofágica é feita através de uma sonda que atravessa o canal nasal e a garganta. A medição da temperatura timpânica é feita através de uma sonda introduzida no ouvido e acomoda próxima a membrana timpânica. Tanto a medição da temperatura esofágica quanto da temperatura timpânica provocam uma série de desconfortos durante a sua utilização, sendo que a medição da temperatura timpânica pode ser até mesmo perigosa, por possibilitar o rompimento da membrana timpânica durante a introdução da sonda (PANDOLF, et al., 1988).

Os mecanismos de regulação do calor são ativados por receptores térmicos na pele, que mandam informação para o centro regulador e por estimulação direta do hipotálamo através de alterações na temperatura do sangue que perfunde aquelas áreas (Mc ARDLE et al., 1992). Há receptores não somente na superfície do corpo, mas

também no hipotálamo, na medula cerebral, na cavidade abdominal e provavelmente através de todo centro do corpo (HELLON, 1983).

A porção anterior do hipotálamo regula o fluxo de sangue através de vasos superficiais e profundos do corpo. O hipotálamo envia comandos neurais ao centro vasomotor no cérebro e afeta diretamente os músculos lisos e metarteríolas que controlam o fluxo de sangue entre os vasos profundos e superficiais. Os receptores de calor são inativos em temperaturas abaixo de 30 °C, respondem com um aumento na sua atividade até uma temperatura de 42 a 45 °C, quando se tornam inativos (GUYTON, 1993).

2.4 - REPOSIÇÃO DE FLUIDOS DURANTE O EXERCÍCIO

A reposição de fluidos é importante para se manter o equilíbrio durante a atividade física de longa duração, principalmente quando esta é feita em ambiente quente e úmido. A hipohidratação pode reduzir a temperatura corporal que pode ser tolerada durante o exercício no calor (SAWKA, et al. 1992).

Vários autores afirmaram em trabalhos que a reposição de fluidos durante o exercício prolongado realizado no calor tem sido um mecanismo eficiente para combater a hipertermia e o colapso circulatório (MC SWINEY & SPURREL, 1933; ADOLPH & DILL, 1938; PITTS et al. 1944).

Para que a reidratação ou reposição de fluidos seja feita de maneira eficiente é necessário que alguns fatores sejam considerados, como o tipo, temperatura e volume do fluido usado, assim como a frequência de ingestão, a velocidade de esvaziamento gástrico e a absorção de fluidos (MAUGHAN, 1987).

Existe uma certa polêmica em torno do tipo de líquido que deve ser consumido durante atividades físicas prolongadas. Alguns autores recomendam, para a reposição de fluidos perdidos durante o exercício, soluções contendo glicose e eletrólitos.

MAUGHAN (1987) relata que a pura ingestão de água é suficiente para repor o líquido perdido através do suor, sendo um meio eficiente para melhorar a performance e para retardar o aparecimento da fadiga.

2.4.1 - ESVAZIAMENTO GÁSTRICO

O esvaziamento gástrico de água é devido primariamente ao gradiente de pressão entre o estômago e o duodeno, assim, um grande volume irá ser esvaziado mais

rápido que um volume pequeno. Entretanto, volumes maiores do que 600ml não parecem resultar num aumento adicional do esvaziamento gástrico (LAMBERT et al., 1996). MAUGHAN & NOAKES (1991) sugerem para obtenção de um alto ritmo de esvaziamento gástrico, a manutenção do estômago cheio (500 - 600 ml) através de repetidas ingestões de líquido. O limite superior para reposição de fluidos durante estresse térmico provocado por exercício físico é definido pela taxa máxima de esvaziamento gástrico, que é próxima de 1,1 a 1,5 l/h ou 18,3 a 25 ml/min (MITCHEL & VOSS, 1991).

A adição de carboidratos e/ou outros nutrientes em bebidas diminui o esvaziamento gástrico na mesma proporção do conteúdo calórico da solução (ACSM, 1996).

Segundo MAUGHAN (1991), a absorção da água é um processo passivo e é estimulado pela absorção ativa de glicose e sódio, mas o esvaziamento gástrico também é reduzido dependendo da concentração de carboidratos e da osmolaridade da solução. Para ele, existe uma vantagem na ingestão destes fluidos em exercícios com menos de 30 min de duração, e a adição de sódio e talvez potássio deva ser importante para reidratação e não deve exceder a isotonicidade.

VAN NIEUWENHOVEN et al. (2000) compararam o efeito da ingestão de água, solução carboidratada-eletrolítica e solução carboidratada-eletrolítica com cafeína durante 90 min de exercício submáximo na função gastrointestinal. Seus resultados não apresentaram diferenças entre as bebidas no refluxo gastroesofágico, pH gástrico ou no trânsito gastrointestinal. Contudo, quando ingerida a solução de carboidratada-eletrolítica com cafeína, a absorção intestinal de glicose era aumentada.

O efeito da osmolalidade do líquido ingerido sobre a taxa de esvaziamento gástrico ainda não está definitivamente demonstrado, com alguns autores relatando um decréscimo no esvaziamento gástrico conforme a osmolalidade aumenta acima da isotonia (FOSTER, COSTILL and FINK, 1980). Enquanto outros não observaram efeitos da osmolalidade além de sua associação com nutrientes calóricos (HARGREAVES et al., 1987).

2.4.2 - VOLUME DO LÍQUIDO

MITCHEL & VOSS (1991) estudando a influência do volume de líquido ingerido (800, 1200, 1600 ml/h) no esvaziamento gástrico e no balanço hídrico durante exercício prolongado (2 horas) a 70% do $VO_{2\text{ máx.}}$, em oito ciclistas do sexo masculino,

verificaram uma correlação significativa (0,89) para o volume ingerido e o volume esvaziado.

SOHROEDER et al. (1997) fizeram uma comparação de três estratégias para manter o nível de hidratação durante 1 h de exercício a 50% do $VO_{2máx}$, em uma câmara ambiental com 27 °C de temperatura e 50% de umidade relativa, em dez sujeitos. Em um dos testes os indivíduos tomavam 200mL de água a cada 15 min; em outro tomavam uma quantidade livre de água a cada 15 min, e no terceiro tomavam livremente água quando quisesse. Os autores concluíram que a maneira mais viável para manter o organismo hidratado no exercício seria ingerindo 200 ml de água a cada 15 min.

A ACMS (1996) sugere que 2 hs antes do início do exercício devam ser consumidos 500 a 600 ml de água, a fim de se promover uma boa hidratação e proporcionar um tempo para excreção da água ingerida em excesso. Ao longo do exercício devem ser ingeridos 200 ml a cada 15 minutos.

2.4.3 - TEMPERATURA DO LÍQUIDO

De acordo com estudos de DAVEMPORT (1969), o volume de fluido remanescente no estômago 15 min após a ingestão era consistentemente menor para as soluções mais frias. Desta forma, as bebidas mais frias tendem a deixar (esvaziar) o estômago mais rapidamente do que as soluções mornas.

Em um clássico estudo de COSTILL & SALTIN (1974) aproximadamente 50% da solução fria (5 °C) foi esvaziada do estômago nos 15 min após a ingestão, enquanto apenas 27% foi esvaziada quando a temperatura da solução era de 35 °C, ou seja, a solução fria tende a deixar o estômago mais rapidamente do que a solução morna.

Enquanto em estudos com animais ficou demonstrado que a temperatura preferida para consumo de água é aproximadamente a temperatura do corpo (30 - 37 °C), a preferência de homens adultos é de ingerirem água numa temperatura de aproximadamente 15 °C (10 - 20 °C) (BOULZE, 1983).

Com relação à temperatura do fluido ingerido durante a prática prolongada de atividades físicas, com a finalidade de repor o líquido perdido através do suor, alguns autores recomendam que seja em torno de 4 a 10 °C. Nesta faixa de temperatura os fluidos são absorvidos mais rapidamente devido ao aumento da motilidade estomacal (WILLIANS, 1999).

O ACMS (1996) recomenda que para a prevenção de lesões por calor em atividades longas, a água fria é o fluido ótimo para consumo durante exercícios de resistência, sendo a temperatura ideal em torno de 15 a 22 °C.

2.4.4 - CONCENTRAÇÃO DE CARBOIDRATO

Para GISOLFI e DUCHMAN (1992), em eventos com duração de 1-3 hs, é recomendado de 6-8 % de carboidrato com 10-20 mEq de Na⁺ durante o exercício. Um máximo de 50g.h⁻¹ de carboidrato deve ser ingerido nas 2 primeiras horas para a reposição do glicogênio .

Segundo SILAMI-GARCIA (1996) a adição de carboidratos seria necessária somente para atividades com duração superior a 60 min, ou quando o atleta já no início do exercício, estivesse com suas reservas de glicogênio reduzidas.

Para a ACMS (1996), os carboidratos devem ser acrescentados à solução, a fim de manter a concentração sanguínea de glicose e retardar o início da fadiga. O ideal seria que se ingerisse de 600-1200 ml/h de líquidos com 4-8% de carboidratos. A ingestão de aproximadamente 30-60 g de carboidrato durante cada hora de exercício deve geralmente ser suficiente para manter a oxidação da glicose sanguínea no exercício e retardar a fadiga.

Um benefício adicional da ingestão de bebidas à base de glicose durante o exercício prolongado de intensidade moderada, é a manutenção do volume plasmático e/ou do débito cardíaco (BOTHOREL et al., 1990).

A maioria das investigações, sobre o efeito dos carboidratos ingeridos durante exercícios de intensidade moderada e baixa, tem demonstrado retardar a fadiga e melhorar o desempenho (COYLE et al., 1983; COYLE et al., 1986; COGGAN et al., 1989; WRIGHT et al., 1991; WILBER et al. 1991; MAUGHAN et al. 1996). Entretanto, outros investigadores não têm demonstrado aumentos no tempo decorrido até a fadiga quando os indivíduos consumiram bebidas à base de carboidratos versus placebo (BRODWICZ et al., 1984; WILBER and MOFFAT, 1991; NASSIS et al., 1998; GOMES, 1999). GOMES (1999) utilizou a ingestão de cápsulas gelatinosas contendo carboidrato e eletrólitos em pó com água, garantindo assim que os voluntários não identificassem o que estavam ingerindo. Os demais estudos relacionados acima utilizaram uma solução líquida com carboidratos e eletrólitos.

Uma vez que a glicose sangüínea contribui na proporção crescente da oxidação de carboidratos, na medida em que aumenta a duração da atividade de intensidade alta, otimizar a concentração de glicose sangüínea é importante para assegurar a continuidade do desempenho de alta intensidade durante eventos de resistência (VALERIANI, 1991).

SUGIURA & KOBAYASHI (1998) estudaram em três ocasiões, oito indivíduos durante 90 min de exercício contínuo ($76 \pm 2\%$ do VO_{2max}) e outro intermitente (65% do VO_{2max} com sprints de 30 seg a 100% do VO_{2max} a cada 2,5 min) seguido pelo teste de potência de Wingate de 40 seg. Cada 45 min de exercício era separado por 15 min de descanso onde ingeriram 250 mL de solução de glicose ou frutose, ou placebo. Seus resultados mostraram que a ingestão de glicose manteve o nível de glicose plasmática e a oxidação de carboidratos, reduzindo a percepção subjetiva de esforço, tendo resultado em um melhor desempenho no teste de Wingate comparado com o grupo que ingeriu placebo.

BACHARACH et al. (1994) verificaram, ao comparar duas bebidas carboidratadas-eletrolíticas (6,4% e 10%) com uma bebida placebo, que as duas primeiras mantiveram os níveis de glicose sangüínea em relação ao placebo em um exercício submáximo durante 2 hs seguido de um sprint. Estes resultados podem confirmar a melhor performance nos testes durante a ingestão de bebida carboidratada eletrolítica.

Os resultados do estudo de MARINS (1995), apresentaram diferenças significativas na FC, PSE e glicose sangüínea, quando comparou a ingestão de Gatorade e água durante 2 hs de exercício a 70% do VO_2 em um ambiente termoneutro (17-22°C e 65-72% URA).

FEBBRAIO et al. (1996) realizaram duas séries de estudos para examinar o efeito da ingestão de bebidas com diferentes concentrações de carboidrato e osmolaridade no metabolismo e performance, durante exercício prolongado em diferentes condições ambientais. Em uma das séries, 12 sujeitos pedalarão até a fadiga a 70% do pique do VO_2 a 33° C, ou 5° C, ingerindo uma solução à 14% de carboidrato, a 7% de carboidrato ou um placebo. Na segunda série, 6 sujeitos realizaram o mesmo exercício a 33°C, enquanto ingeriam uma solução a 7% e 4,2% de carboidrato e placebo, respectivamente. Neste estudo, no ambiente quente, não houve melhoras no desempenho, mas podem prevenir hipotermia se ingerida uma solução carboidratada.

WILMORE et al. (1998), em um estudo sobre o tipo de preferência na ingestão de um fluido durante uma atividade de longa duração e na recuperação, verificaram que não existiam diferenças no volume ingerido de água em relação a dois tipos de bebidas comerciais contendo carboidratos e eletrólitos e com um sabor artificial de limão foi 50% maior do que água. Neste trabalho, eles chegaram a conclusão que a ingestão de uma bebida eletrolítica carboidratada seria interessante, pois além de repor os fluidos durante a atividade de longa duração, viria também a restaurar as reservas de glicogênio retardando a fadiga mesmo não tendo diferenças significativas entre as bebidas.

MUDAMBO (1997) realizou um estudo onde soldados realizaram três horas de exercício intenso onde o nível de desidratação e os efeitos da ingestão de três tipos de bebidas durante e após o exercício e a não ingestão também de líquidos foram medidos. As medidas consistiam em água pura, solução a (7,5%) de dextrose com eletrólitos ou frutose. Os resultados deste estudo evidenciam que a água somente, não supre adequadamente uma reidratação durante e após um exercício no calor. As outras bebidas reduziram a perda de fluido corporal e minimizaram as mudanças no volume de sangue e eletrólitos. Ao tomar fluidos em intervalos regulares, reduziu o esforço e o nível de percepção ao esforço, principalmente quando ingerido dextrose e eletrólito, do que frutose.

2.4.5 - INTENSIDADE DO EXERCÍCIO

COSTILL & SALTIN (1974) observaram que o exercício na bicicleta ergométrica parece ter pouco efeito no esvaziamento gástrico em cargas com intensidades inferiores a 70% do $VO_{2máx.}$, observou-se que o esvaziamento gástrico tem sido inibido em exercícios com intensidade superior a 70% do $VO_{2máx.}$.

NEUFER et al. (1986) observou que exercícios com intensidade acima de 70% parecem inibir o esvaziamento gástrico e com intensidade menores (50 - 70%) parecem estimulá-lo.

Em exercícios prolongados, a mais de 60% do $VO_{2máx.}$, a taxa de oxidação de gorduras é insuficiente para coordenar a taxa da ressíntese do ATP necessária comprometendo o desempenho em tais condições e sendo inquestionável a contribuição dos carboidratos no final do exercício. (MAUGHAN et al., 2000).

2.4.6 - CONCENTRAÇÃO ELETROLÍTICA

Segundo ACSM (1996), os eletrólitos devem ser acrescentados à solução para a reposição dos líquidos a fim de aprimorar a palatabilidade e reduzir a probabilidade de hiponatremia. Para atividades acima de 1 h de 0,5 a 0,7 g de sódio por litro para repor a quantidade perdida através da transpiração. Mesmo assim, a discussão sobre a reposição de eletrólitos é ainda muito discutível.

Deve-se desencorajar o uso excessivo de comprimidos de sal ou de sal nas calibragens médias, já que o sódio em excesso pode induzir uma excreção e uma perda de potássio (SCHAMADAN & SNIVELY, 1967).

DENNIS et al. (1992), relata uma fatalidade trágica em uma maratona devido à concentração plasmática elevada de K^+ num corredor de sexo masculino aparentemente saudável e altamente treinado.

Os fluidos que são hiperosmóticos (superior a 280 ou 290 mOsm/L) para o plasma são absorvidos mais lentamente. Em outras palavras, o fluido não deve conter grandes concentrações de açúcar e/ou eletrólitos (COSTILL, 1977).

Os suplementos de potássio ajudam a impedir a câibra muscular e o ataque de calor em indivíduos suscetíveis. As doses diárias de potássio suplementar variam de 0,75 a 3 g/dia. De forma semelhante ao sódio, sabe-se que o alto consumo de potássio (mais de 10 g/dia) é perigoso para a saúde. As frutas, as verduras e os legumes frescos são ricos em potássio. O consumo dietético diário de 3g ou mais (até 10g) de potássio parece ser adequado para substituir as perdas de potássio decorrentes do exercício no calor (SCHAMADAN & SNIVELY, 1968; LANE & CERDA, 1978; LANE & CERDA, 1979).

Além de sódio e cloreto, os eletrólitos adicionais excretados no suor incluem potássio, cromo, zinco, cobre, magnésio, ferro e fósforo (CONSOLÁZIO et al., 1963; CAMPBELL et al., 1987).

As perdas superiores a 2kg de peso corporal podem dar origem a um esgotamento de eletrólitos e a uma necessidade de um aumento do consumo dietético de sódio, potássio e cloreto (GREENLEAF, 1967).

KIRBY & CONVERTINO (1986) encontraram um decréscimo de 59% na excreção de sódio após 10 dias de aclimatação a despeito de um aumento na taxa total de suor. Esse fenômeno segundo AARMSTRONG & COSTILL (1987) possa estar relacionado com a ingestão de sódio pela dieta.

HARISON (1986) recomenda que o estado de hidratação deva ser mantido com água, e não com soluções eletrolíticas, já que um aumento na osmolalidade intravascular parece ser um fator que contribui para o prejuízo na regulação da temperatura.

Embora os níveis plasmáticos de potássio sejam sabidamente críticos para a função muscular (incluindo o músculo cardíaco), a quantidade total de K^+ perdida no suor é muito pequena em relação à dos depósitos do corpo (COSTILL, 1977; COSTILL, 1986).

Há também um desvio no magnésio plasmático para as hemácias durante exercícios anaeróbicos de alta intensidade, diminuindo assim, suplementarmente a concentração plasmática desse mineral, durante exercícios muito intensos (DEUSTER et al., 1987).

Tipicamente os problemas começam a ocorrer em eventos durando mais de 4h e se tornam ainda mais comuns quando os períodos de atividade se aproxima ou mesmo excedem 8h. O desbalanço eletrolítico mais relatado é hiponatremia, ou intoxicação hídrica, onde os níveis de sódio plasmático se tornam diluídos. Alguns investigadores acreditam que a hiponatremia seja devido à perda copiosa de sódio no suor (HILLER et al., 1986). Já outros acreditam que seja devido a um superconsumo de fluidos durante os exercícios (NOAKES et al., 1985; NOAKES et al., 1988; IIRVING et al., 1991).

O trabalho de BRANDENBERG et al. (1989) teve como objetivo verificar a influência de dois níveis de hidratação (com e sem ingestão de fluidos) nas respostas endócrinas subsequentes ao exercício realizado no calor (36°C), por cinco sujeitos. Assim, estes autores demonstraram que os níveis de sódio do plasma eram similares quando as perdas de fluido eram repostas com água ou com solução eletrolítica de sacarose.

As concentrações eletrolíticas não apenas do plasma, mas também no músculo esquelético podem ser afetadas por hipohidratação induzida pelo exercício. O magnésio do músculo esquelético diminui com a hipohidratação, enquanto o potássio muscular aumenta discretamente com hipoidratação e com exercício de ultra-resistência, mas diminui com o exercício moderado de curta duração, máximo e supramáximo (LINDINGER & SJOGAARD, 1991).

O estudo de BARR et al. (1991) teve como objetivo comparar as respostas de oito sujeitos que participaram de um exercício na bicicleta ergométrica a 55% do $\text{VO}_{2\text{máx.}}$, com seis horas de duração realizado no calor de 30°C e 50% de umidade relativa do ar, em três condições de reposição de fluidos: sem fluido, com ingestão de

água em quantidade suficiente para balancear a sudorese e a perda de fluido através da urina, e com ingestão de uma solução salina contendo maior quantidade de sódio do que aquela encontrada nas bebidas comerciais. Foi demonstrado que o consumo de sódio em quantidades disponíveis nas bebidas comerciais não previne o decréscimo de sódio do plasma e que a reposição de sódio parece não ser necessária durante eventos de intensidade moderada e com menos de 6 horas de duração, pois os níveis de sódio do plasma não foram significativamente mais altos durante a reposição de fluido com solução salina (25 mM) do que com água, em exercícios prolongados, com até aproximadamente 6 horas de duração.

O suor é hipertônico em relação ao líquido extracelular de onde provém. Um litro de suor tem muito menos sais minerais diluídos, do que um litro de líquido extracelular. Ou seja, ao suarmos retiramos dele mais água do que sais minerais. Embora a quantidade total de sais minerais no líquido extracelular diminua durante a sudorese, a sua concentração relativa aumenta, pois eles estão mais concentrados por grande perda de água no suor (Mc ARDLE et al., 1998).

A água é perdida em maior proporção do que Na^+ e Cl^- , que são os dois principais eletrólitos contidos no suor. O resultado é um aumento na concentração eletrolítica (e na osmolalidade) dos fluidos que permanecem no corpo. Entretanto, deve-se repor apenas uma fração da água perdida através do suor para retornar as concentrações eletrolíticas ao normal (WOLINSKY & HICKSON Jr., 1996).

Em exercícios intermitentes onde podemos citar como exemplo os esportes coletivos como um todo, XIOCAI E GISOLFI (1998) concluíram que, apesar do nível de eletrólitos durante estes jogos não mudar, muitas vezes é importante sua reposição durante o exercício e na recuperação. Esta reposição seria principalmente para o sódio para melhorar a vontade de ingerir líquidos e para a retenção do fluido corporal. LUETKEMEIER et al. (1997) concluíram em uma revisão bibliográfica que o sódio contido em uma dieta ou em fluido consumido durante o exercício, otimiza o nível de hidratação e também influencia nas adaptações termorregulatórias e cardiovasculares, acompanhando a aclimatação ao calor ou o treinamento do exercício. O sal necessário para o dia a dia é satisfatoriamente encontrado na nossa dieta.

2.5- O LACTATO SANGUINEO DURANTE EXERCÍCIOS DE LONGA DURAÇÃO

Após o exercício, há a depleção dos estoques de glicogênio muscular e hepático devido principalmente à duração e à intensidade do exercício. Quando a intensidade do exercício for alta, grande parte do glicogênio dos músculos em atividade e uma pequena parte do hepático será depletado e convertido em lactato. Se o exercício for prolongado (1-2 horas) de modo a se atingir o ponto de fadiga, todo o estoque de glicogênio pode ser totalmente depletado (MAUGHAN, 2000).

Durante o exercício em ritmo estável, o metabolismo aeróbico passa a ser equivalente às necessidades energéticas dos músculos ativos. Nessas condições, observa-se pouco ou nenhum acúmulo de lactato no sangue. Quase todo o ácido láctico gerado no metabolismo anaeróbico é tamponado para lactato no sangue pelo bicarbonato de sódio, e o excesso de dióxido de carbono não metabólico liberado nessa reação estimula a ventilação pulmonar, sendo o CO₂ exalado para a atmosfera (McARDLE, 1998).

A região, onde o lactato sangüíneo mostra um aumento sistemático acima de um nível de 4,0 mM, é denominada *ponto de início do acúmulo de lactato no sangue ou limiar anaeróbio*, ou ainda *OBLA (the onset of blood lactate accumulation)* (McARDLE, 1998; DENADAI, 1995).

O limiar anaeróbio representa o ponto do VO₂ acima do qual a produção de energia aeróbica está integrada a processos anaeróbios que provocam um aumento do lactato. Valores de lactato acima do limiar seria um fator de limitação na duração de exercícios prolongados (WASSEMAN e WHIPP, 1973).

De acordo com (DENADAI, 1995; WEINECK, 1991) alguns autores definem como limiar aeróbio a intensidade de exercício correspondente a 2 mM de lactato de sangue, a qual seria a intensidade mínima a ser utilizada para melhora da capacidade aeróbia. Nesta intensidade de exercício as necessidades energéticas são menores, isto resulta em uma menor degradação de hidratos de carbono e um aumento na degradação de gorduras.

2.6- TESTE DE WINGATE

Os exercícios de intensidade máxima que duram até dois minutos, são sustentados principalmente pelos sistemas de energia imediata, anaeróbio alático - (ATP-CP) e de curto prazo, anaeróbio láctico – (glicolítico). A indicação da contribuição glicolítica para o exercício é fornecida pela depleção do glicogênio nos músculos, já que o sistema de energia a curto prazo é acionado principalmente pelo glicogênio armazenado nos músculos específicos ativados pelo exercício (MC ARDLE,1998).

A avaliação direta da reprodução de energia anaeróbia é difícil e dispendiosa, pois os parâmetros fisiológicos examinados incluem débito de oxigênio e níveis de lactato muscular e sanguíneo, pós-exercício. Estes testes além de invasivos, muitas vezes requerem equipamentos caros e sofisticados. Por isso, foram desenvolvidos testes indiretos, não invasivos, cuja aplicação é simples e de baixo custo, embora não forneçam dados fisiológicos, admite-se que refletem o potencial anaeróbio do indivíduo (MAUD & SHULTZ, 1989).

Entre os teste usados para a avaliação da capacidade anaeróbia (de 10, 15, 20, 30, 40 e 60 segundos), o **Teste Anaeróbio de Wingate (TAW)** de 30 segundos, no cicloergômetro, com roda em movimento para o início do esforço, é um dos mais usados. Este foi criado pelo Instituto Wingate de Israel, em meados da década de 70. Geralmente é chamado de teste de potência anaeróbia expressando a fórmula de produção de potência: $P = F \times d / t$ onde “F”é a força gerada, ”d” a distância através da qual a força é movida e “t”a duração do exercício (para teste anaeróbios $t < 90$ segundos). Potência é usualmente expressa em Watts (W) ou kgm/min (Mc ARDLE, 1998).

O coeficiente de correlação (r) teste – reteste do TAW tem variado entre 0,89 e 0,98 sendo geralmente mais alto que 0,94. O valor de (r) tende a ser mais alto para potência média do que para pico de potência, talvez refletindo o erro relativamente mais alto neste último parâmetro (BAR-OR, 1987).

O (r) teste – reteste para potência média está entre 0,91 e 0,93 (AYALON et al., 1974; PATTON et al., 1985; VANDEWALLE, PÉREZ e MONOD, 1987). Segundo estes mesmos autores, para a queda de potência o (r) está entre 0,43 e 0,74.

Em um estudo de JACOBS et al. (1982) foram encontradas as seguintes concentrações (em mmol/kg de peso seco) antes e após o TAW: ATP, 20,9 e 13,8; CP 62,7 e 25,1; lactato 9,0 e 60,5; glicogênio, 360 e 278. Com base nestes dados, conclui-se

que o desempenho no TAW está relacionado com o alto percentual das fibras de contração rápidas e que a via anaeróbia é altamente solicitada durante o teste.

Como testes cicloergométricos podem ser usados em condições de campo e laboratório, pode-se especular sobre os efeitos das condições climáticas em seus resultados. DOTAN e BAR-OR (1980), citados por BAR-OR (1987), compararam o desempenho no TAW com crianças de 10 a 12 anos em condições termoneutras (2 a 23°C, umidade relativa do ar entre 55 a 60%) e em ambientes quentes e secos (38 e 39°C, umidade relativa do ar 25 e 30%) e quente e úmidos (30°C a 90% de umidade relativa do ar). Após 45 min de exposição a uma das condições climáticas acima citadas, foram realizados os testes. Os valores do coeficiente de variação ficaram entre 0,89 e 0,93. As diferenças nos valores de pico de potência nas três condições também foram insignificantes, sugerindo que a exposição ao clima quente e úmido ou seco não afeta o desempenho das crianças no TAW.

3 - METODOLOGIA

3.1 - CUIDADOS ÉTICOS

Este estudo foi iniciado após ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (parecer Etic: 023/00 de 18/05/2000).

Foi passado aos voluntários as informações e esclarecimentos sobre os procedimentos metodológicos que seriam utilizados para coleta de dados, bem como os possíveis riscos e benefícios de suas participações no estudo.

Os voluntários deram seu consentimento por escrito, e estavam cientes de que teriam total liberdade para abandonar a pesquisa a qualquer momento.

Foram tomadas todas as precauções, no intuito de preservar a privacidade dos voluntários, bem como sua saúde e bem estar, que estavam sempre acima de qualquer outro interesse desta pesquisa.

3.2 - AMOSTRA

A amostra desta pesquisa foi composta por 07 (sete) indivíduos do sexo masculino.

Alguns quesitos foram exigidos destes voluntários para participar deste estudo:

- ser do sexo masculino.
- serem atletas de ciclismo, triathlon ou mountain bike.
- não ser fumante.
- consumo de oxigênio de no mínimo $50 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Ao serem incluídos no estudo, os voluntários foram orientados a abster-se de treinamento físico e que mantivessem o hábito alimentar durante o dia que antecedia a coleta de dados.

Foi pedido que nos dias de teste, além da mesma rotina de horários para se alimentar, que se ingerisse o mesmo alimento em ambas as situações.

O voluntário, então, recebeu os esclarecimentos sobre os procedimentos a serem feitos durante o teste, no intuito de assegurar a boa execução dos testes e evitar alguma falha por ignorância sobre o protocolo.

Durante a coleta de dados, os voluntários vestiam bermuda e tênis ou sapatilha, de acordo com a preferência de cada um.

A ingestão de 500ml de água foi também recomendada 2 hs antes de cada teste (ACMS, 1996). Todas estas recomendações foram refeitas aos voluntários no dia anterior aos testes.

3.2.1– AVALIAÇÃO FÍSICA DOS VOLUNTÁRIOS

A potência máxima foi avaliada em um protocolo de exercício Máximo progressivo em bicicleta ergométrica de frenagem mecânica do tipo Monark® (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1995).

Para os voluntários do estudo foram medidas sua estatura (cm), massa corporal (kg) e percentual de gordura avaliado pelo método de dobras cutâneas, utilizando-se a fórmula para homens jovens: $\text{Gordura \%} = 0,43 (\text{tríceps}) + 0,58 (\text{subescapular}) + 1,47$ (MC ARDLE, 1998).

Após a medição do percentual de gordura, foi realizado o teste ergométrico para a estimativa da potência aeróbia máxima, onde o voluntário iniciava o teste pedalando com uma carga inicial de 25 watts, a uma velocidade constante de 50 rotações por minuto (rpm) controlado por um medidor de cadência. A cada 2 min, a carga era aumentada em 25 watts até a exaustão do voluntário. Durante o exercício, a frequência cardíaca foi monitorada utilizando-se um monitor de frequência cardíaca Polar®

modelo: Vantage XLTM. Para se encontrar o resultado da potência aeróbia máxima, empregou-se a seguinte fórmula:

Potência aeróbia máxima em $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1} = 200 + (12 \times W) / P$ (KG), onde:

W = carga em watts que o voluntário suportou nos 2 últimos minutos completos de estágio.

P = massa corporal em kg.

3.3 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Neste estudo houve duas situações experimentais: em uma situação o indivíduo bebeu água pura com cápsulas contendo um pó de carboidratos e eletrólitos de uma bebida vendida comercialmente e, por último, placebo (gelatina) também em cápsulas.

O volume dos líquidos a serem ingeridos, a montagem das cápsulas contendo eletrólitos e carboidratos e das cápsulas contendo o placebo, foi medido e controlado por um técnico, de acordo com um código (estudo Duplo-cego), que foi mantido até o final do experimento. Os tratamentos dos dois grupos foram desta maneira colocados:

Água + cápsulas com placebo (gelatina) –PLACEBO (PLA)

Água + cápsulas com carboidratos e eletrólitos em pó – CARBOIDRATO (MEC)

O intervalo entre os experimentos para cada indivíduo foi de, no mínimo 72 hs para que não houvesse efeito de treinamento.

Preparo das substâncias a serem ingeridas - Preparação de cápsulas gelatinosas

Cápsulas com carboidratos

Inicialmente, uma mistura de pós (SportDrink, Nutrisport, Rio de Janeiro) utilizada como suplemento ergogênico foi previamente tamisada empregando-se um tamis de abertura igual a 0,35 mm (Granutest). Em seguida, foi calculada a densidade aparente da mistura de pós, mediante a determinação do volume ocupado por 1 g da respectiva mistura de pós. Considerando-se uma ingestão de uma solução de carboidratos a 6,0% p/v, foi determinada a massa total da mistura de pós-calibrada a ser acondicionada em cápsulas gelatinosas nº 0 (Naturafarma, São Paulo). Posteriormente, esta quantidade de pó foi transferida para um capsuleiro, efetuando-se o enchimento das cápsulas. O controle de peso médio foi efetuado, de acordo com a Farmacopéia Brasileira IV edição (1988). A variação dos pesos individuais das cápsulas em relação ao peso médio foi

inferior a $\pm 7,5\%$, estando de acordo com os limites preconizados pela Farmacopéia Brasileira.

Composição do pó contendo carboidratos em 100 gramas de pó (Fonte: Advanced Nutricion):

<u>MACRONUTRIENTES</u>	<u>100g</u>
Carboidratos	90g
Proteínas	0
Gorduras	0
Fibra alimentar	0

<u>MINERAIS</u>	<u>%IDR*</u>
Sódio	125
Potássio	15
Cloreto	38
Cálcio	73
Fósforo	37
Magnésio	10
Cromo	30

*Ingestão diária recomendada para adultos (portaria nº33 SVS/MS-1998).

Cápsulas com placebo

A Gelatina (Naturafarma, São Paulo) foi previamente tamisada, utilizando-se um tamis de abertura igual a 0,42 mm (Granutest). Após a determinação da sua densidade aparente, como descrito anteriormente, foi realizado o enchimento das cápsulas gelatinosas nº 0. O número total de cápsulas gelatinosas contendo gelatina foi igual ao obtido com a mistura de pós contendo carboidratos. O controle do peso médio foi realizado como descrito acima, não sendo observado valores fora dos limites estabelecidos pela Farmacopéia Brasileira IV edição (1988).

3.4 - PARÂMETROS FISIOLÓGICOS ANALISADOS

Variáveis fisiológicas

Frequência cardíaca- esta variável foi medida a cada 5 min até o final do exercício por um monitor de frequência cardíaca da marca Polar[®] - Vantage XLTM, registrado em batimentos por minutos.

Percepção subjetiva do esforço- A PSE foi medida a cada 5 min, através de uma tabela criada por BORG (1982). O indivíduo apontou em uma tabela, que era posicionada a sua frente, o nível de esforço feito por ele naquele momento, em uma escala de 06- muito fácil a 20-exaustão.

Temperatura retal- A temperatura interna foi medida através de uma sonda retal (Yellow Springs Incorporated[®] 4400 series - Tipo 4491-E) introduzida além do 10 cm do esfíncter anal, que era ligada a um teletermômetro Yellow Springs Incorporated[®] 400-A.

Lactato - Foi medido em repouso, após 45 e 90 min de exercício, e depois do teste de Wingate, em uma amostra de sangue (20 µl) retirado da ponta do dedo médio da mão direita, após ser perfurado por um estilete descartável e coletado em um microtúbulo Eppendorf (Alemanha) e colocado na zona reativa da tira de teste, e foi avaliado usando-se um aparelho portátil Accusport (Boehringer-Manheim[®]) por fotometria de reflexão.

Glicose - Foi medido em repouso, após 45 e 90 min de exercício, e depois do teste de Wingate, em uma amostra de sangue (20 µl) retirado da ponta do dedo médio da mão direita, após ser perfurado por um estilete descartável e colocado na zona reativa de uma tira de teste, e foi avaliado usando-se um aparelho portátil Advantage[®] por bioamperometria.

Gravidade específica da Urina - Gravidade específica da Urina foi medida na urina coletada antes e após o exercício, utilizando-se um refratômetro (Uridens[®]). Esta foi classificada de acordo com Armstrong (2000).

Taxa de sudorese – Esta variável foi fornecida através da diferença da medida do peso do indivíduo nu antes e depois do exercício, subtraindo-se o volume de líquido ingerido

durante a atividade, a massa das cápsulas e pó e o volume de urina coletada ao final do exercício.

Percentual de perda de peso – foi fornecido através da diferença da medida do peso do indivíduo nu antes e depois do exercício, subtraindo-se o volume de líquido ingerido durante a atividade e o volume de urina coletada ao final do exercício. O resultado foi dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100 para ser encontrado o percentual de perda de peso corporal durante o exercício. . A variação percentual da massa corporal foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$[(\text{PESOantes} - \text{PESOdepois}) / \text{PESOantes}] \cdot 100$$
 (NATIONAL ATHLETIC TRAINERS ASSOCIATION,2000).

Variáveis de desempenho

Pico de potência – este era o ponto para a maior potência produzida durante toda a realização do teste de Wingate, ou seja, referente ao giro com menor tempo de execução. O pico de potência foi calculado e monitorado através do software MCE[®].

Índice de queda da potência (%)– calculado como média do intervalo entre o último giro de potência máxima e o último giro ao final do teste através do software MCE[®].

Trabalho total – trabalho realizado durante o teste ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$) calculado e monitorado através do software MCE[®].

3.5 - Situação Experimental

A hora de realização dos experimentos não foi sempre a mesma, mas cada voluntário realizou sempre no mesmo horário com um intervalo entre 3 e 7 dias entre as situações.

Ao chegar ao laboratório o voluntário foi conduzido ao vestiário para ser medido o volume urinário, a gravidade específica da urina e a cor da urina. Logo em seguida o

voluntário foi pesado nu em uma balança da marca FILIZZOLA[®]. O percentual de gordura foi, então, medido através do método de dobras cutâneas pela fórmula: Gordura % = 0,43 (tríceps) + (0,58) subescapular + 1,47 (MC ARDLE, 1998). Após a medida das dobras cutâneas os voluntários foram reconduzidos ao vestiário e, ao receber a sonda retal descartável, o próprio voluntário introduziu a 10 cm do esfíncter anal, para medida da temperatura interna.

O exercício foi realizado no laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física da UFMG, dentro de uma Câmara Ambiental da marca RUSSEL[®].

O voluntário entrou na câmara e regulou o selim e o guidom do cicloergômetro como quisesse, de maneira que ficasse mais confortável.

Durante 5 min, o voluntário ficou em repouso dentro da câmara ambiental para se acostumar ao ambiente e estabilizar as variáveis a serem medidas.

Após ser medido a glicose e lactato sangüínea, os voluntários pedalarão a uma velocidade constante de 50 rotações por minuto (rpm), a 60% da potência aeróbia máxima atingida no teste máximo progressivo durante 90 minutos. O indivíduo interrompia o exercício e depois de outra coleta de sangue, realizava o protocolo de Wingate de 30 segundos.

Este protocolo foi realizado na câmara ambiental em um ambiente quente e úmido (28°C e 79% URA), o ambiente correspondeu ao IBUTG de 29°C (índice de bulbo úmido termômetro de globo) de acordo com a equação:

$$\text{IBUTG (ambiente interno)} = 0,7(\text{temperatura de bulbo úmido}) + 0,3 (\text{temperatura de bulbo seco}).$$
 (ACMS, 1995).

As situações experimentais foram:

- ingestão de água e cápsulas contendo gelatina (PLA).
- ingestão de água e cápsulas contendo carboidrato e eletrólitos em pó (BEC).

Durante o exercício, em intervalos de 15 min, os voluntários receberam um béquer contendo água destilada e outro contendo as cápsulas para serem ingeridas, até completar os 90 min.

O volume de líquido ingerido a cada 15 min, na tentativa de se repor a quantidade perdida durante o exercício pela sudorese, foi calculado a partir da equação proposta por AMORIM E RODRIGUES (1999) [Equação: Vol.água (L) = 51,95 x IBUTG + 2,44 x kcal/h - 1177,9].

A cada 5 min, foi medida a frequência cardíaca e o voluntário apontava um valor para sua PSE em uma tabela com a escala de BORG (1982).

No início, e após 45 e 90 min de exercício foi medido o Lactato sanguíneo. No início (repouso), 45 e 90 min do exercício contínuo, e 3 min do teste de Wingate foi medida a Glicose Sanguínea.

3.6 – TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A Estatística não paramétrica se resume em um conjunto de testes estatísticos que procuram resolver praticamente as mesmas situações que a Estatística Paramétrica. Entretanto, a construção dos testes é menos “dependente” de suposições iniciais sobre a distribuição de probabilidades da variável resposta em cada grupo da experimentação.

Como neste estudo a amostra é pequena (8 voluntários) e as variáveis resposta não têm distribuição Normal, o problema da análise pode ser resolvido pelos testes Não Paramétricos Wilcoxon ou Mann-Whitney.

TESTE DE MANN-WHITNEY (teste utilizado para os cálculos e as análises)

O teste de Mann-Whitney é o teste não paramétrico utilizado para testar a igualdade da mediana de duas populações.

As hipóteses a serem testadas são:

$$H_0: \eta_1 = \eta_2$$

$$H_1: \eta_1 \neq \eta_2, \text{ onde } \eta \text{ é a mediana da população.}$$

O valor-p é a estimativa de α (erro tipo I), ou seja, a probabilidade de se rejeitar H_0 quando H_0 é verdadeira. Quando este valor é muito baixo (ou inferior ao estipulado pelo pesquisador), a hipótese nula é rejeitada, ou seja, conclui-se que há diferença entre os grupos em relação à variável resposta estudada.

4 – RESULTADOS

4.1 – Caracterização da amostra

A avaliação demonstrou que os nove indivíduos estudados formaram um grupo homogêneo quanto à idade, potência aeróbia máxima, potencia anaeróbia máxima, massa corporal (Peso) e % de gordura corporal (Tabela 1).

TABELA 1 – Caracterização da amostra

Indivíduo N=7	IDADE (anos)	PESO (kg)	% Gordura.	Potencia anae. Máxima (WATTS)	Potencia Aeróbia (ml.kg⁻¹min⁻¹)
X	21.43	65.46	9.40	311	60.38
S	4.20	10.45	1.78	42.96	4.76

Média (X) e desvio padrão (s)

4.2 - VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

4.2.1- FREQUÊNCIA CARDÍACA

A Frequência Cardíaca aumentou do início (repouso) até os 90 min de exercício tanto no grupo placebo quanto no grupo carboidrato. Os dados apresentados indicam que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos PLA E MEC, e ao longo do exercício nesta variável (ver figura 1 e tabela 2).

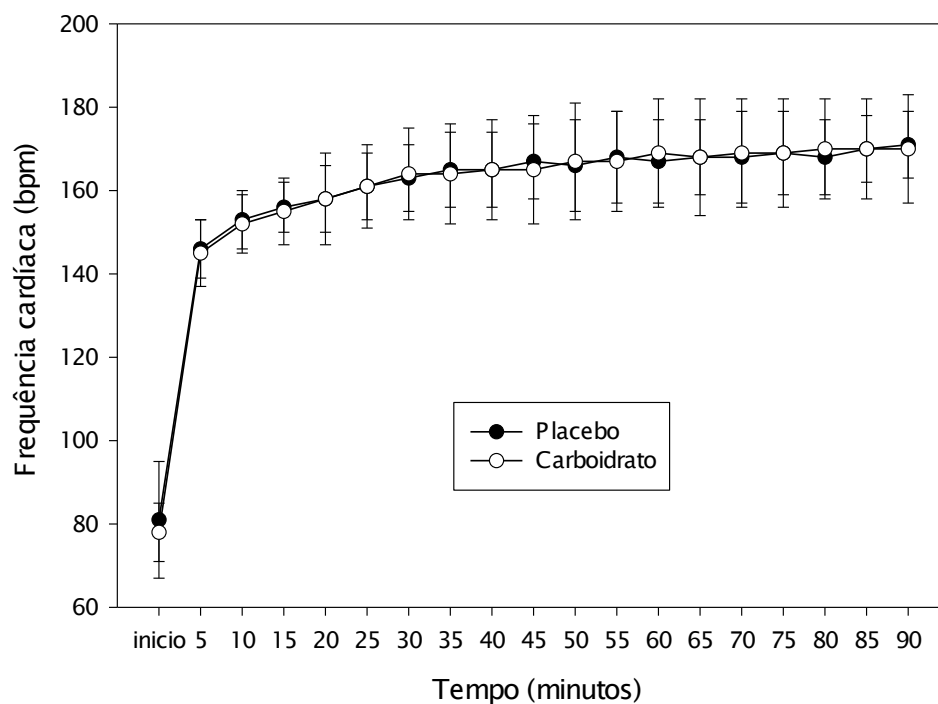


FIGURA 1 -Frequência cardíaca (bpm) nas situações placebo e carboidrat.

TABELA 2 – Frequência Cardíaca

	Iníci																			
Situação	o	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
Carboidrat																				
	o																			
X	81	146	153	156	158	161	163	165	165	167	166	168	167	168	168	169	168	170	171	
S	14	7	7	6	8	8	8	9	9	9	11	11	10	9	11	10	9	8	8	
Placebo																				
	X	78	145	152	155	158	161	164	164	165	165	167	167	169	168	169	169	170	170	170
	S	7	8	7	8	11	10	11	12	12	13	14	12	13	14	13	13	12	12	13

Média (X) e desvio padrão (s) da frequência cardíaca

4.2.2 - PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO

A PSE apresentou um aumento do início do exercício até os 90 min nos dois PLA E MEC, mas esta diferença não foi significativa ($p < 0,05$) (ver tabela 3 e figura 2).

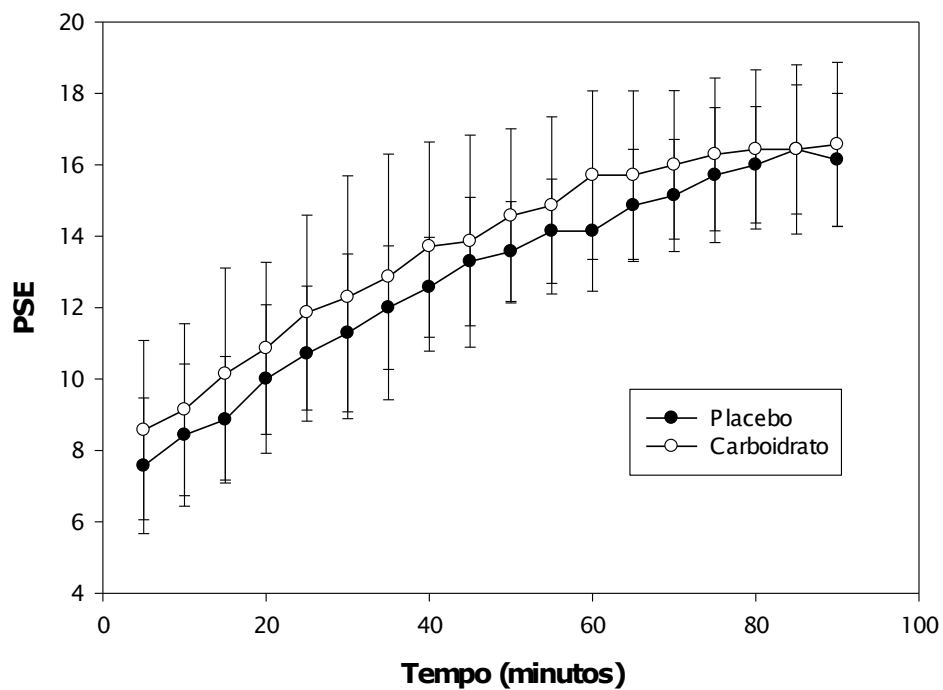


FIGURA 2 - Percepção subjetiva do esforço (PSE) nas situações placebo e carboidrato.

TABELA 3 – Percepção Subjetiva do Esforço

Situação	Iníci																			
	o	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
Carboidrat																				
	o																			
	X	*	8	8	15	10	11	11	12	13	13	14	14	14	15	15	16	16	16	16
	S	*	2	2	15	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Placebo																				
	X	*	9	9	10	11	12	12	13	14	14	15	15	16	16	16	16	16	16	17
	S	*	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Média (X) e desvio padrão da percepção subjetiva do esforço

4.2.3 - TEMPERATURA RETAL

A temperatura retal aumentou nos dois grupos de maneira semelhante do início do exercício (repouso) até os 90 min.

A temperatura retal não se mostrou significativamente diferente ($p < 0,05$) entre o grupo que ingeriu a MEC e o grupo que ingeriu PLA (ver tabela 4 e figura 3).

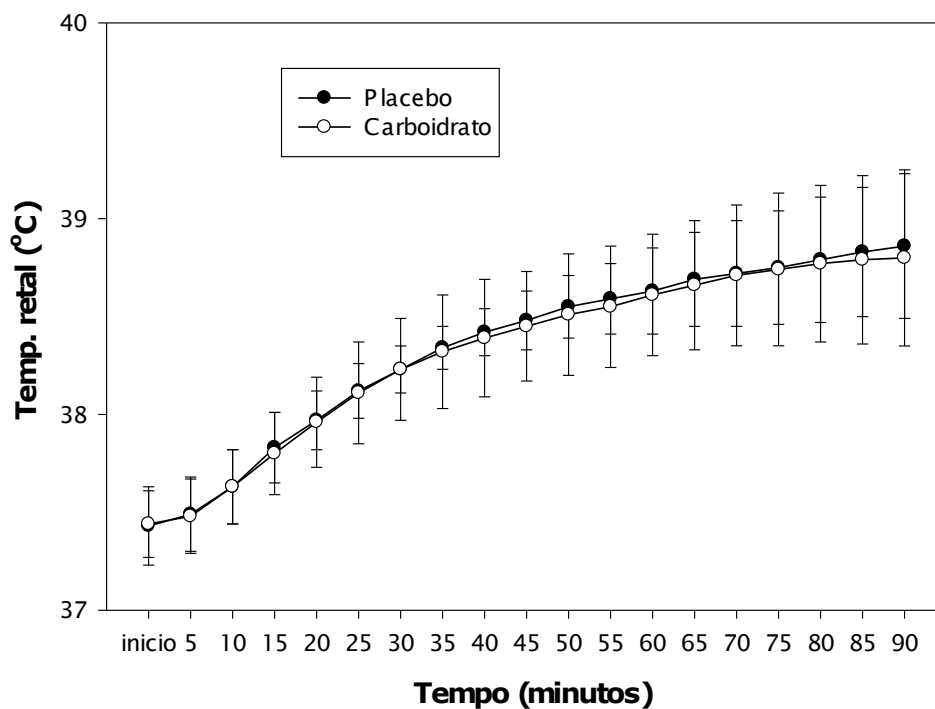


FIGURA 3 – Temperatura retal em °C, nas situações placebo e carboidrato.

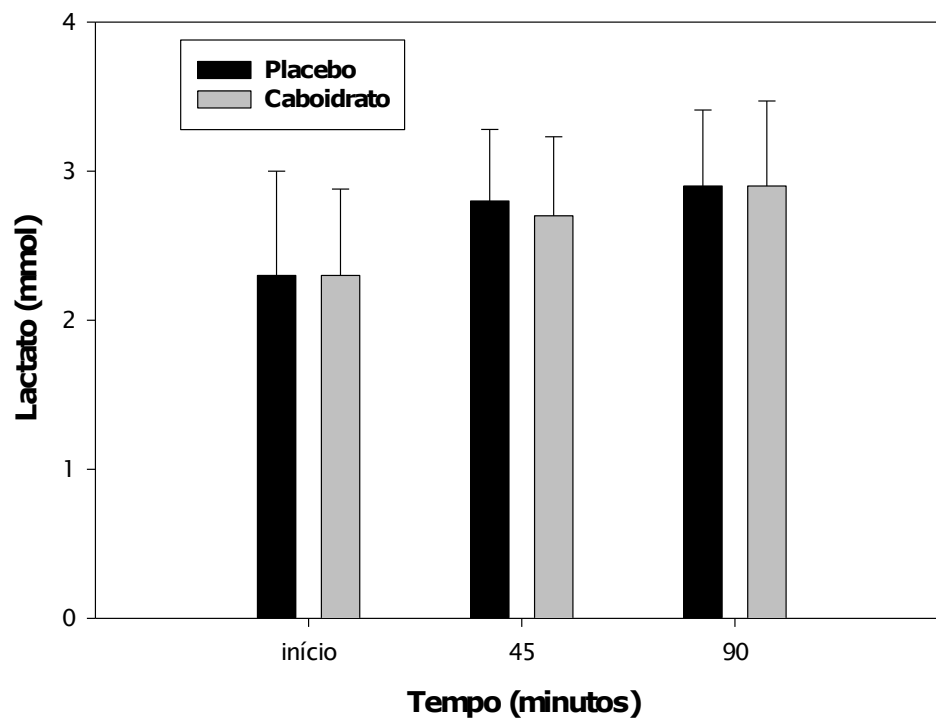
TABELA 4 – Temperatura Retal

Situação	Início	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Carboidrato																			
X	37.43	37.49	37.6	37.8	38	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.6	38.6	38.7	38.7	38.8	38.8	38.8	38.9
S	0.2	0.19	0.19	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.12	0.15	0.16	0.18	0.22	0.24	0.27	0.29	0.32	0.33	0.37
Placebo																			
X	37.44	37.48	37.6	37.8	38	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.5	38.6	38.6	38.7	38.7	38.7	38.8	38.8	38.8
S	0.17	0.19	0.19	0.21	0.23	0.26	0.26	0.29	0.3	0.28	0.31	0.31	0.31	0.33	0.36	0.39	0.4	0.43	0.45

Média (X) e desvio (s) padrão da temperatura retal.

4.2.4- CONCENTRAÇÃO DO LACTATO

Não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) na concentração de lactato sanguíneo no início (repouso), 45 e 90 min de exercício entre os tratamentos PLA E MEC (ver tabela 5 e figura 4).



FIGUR 4 – Lactato sanguíneo (mMol), nas situações placebo e carboidrato.

TABELA 5 – Lactato Sanguíneo (mmol/L)

Situação	Placebo			Carboidrato		
	Início	45	90	Início	45	90
X	2.3	2.8	2.9	2.3	2.7	2.9
S	0.7	0.48	0.51	0.58	0.53	0.57

Média (x) e desvio padrão (s) do lactato sanguíneo.

4.2.5 - GLICOSE SANGUINEA

A glicose sangüínea foi semelhante nos grupos MEC E PLA no início (repouso) do exercício. Aos 45 e 90 min. de exercício a glicose apresentou um aumento significativo no grupo MEC, o que ocorreu também após o teste de Wingate (final). (ver figura 5 e tabela 6).

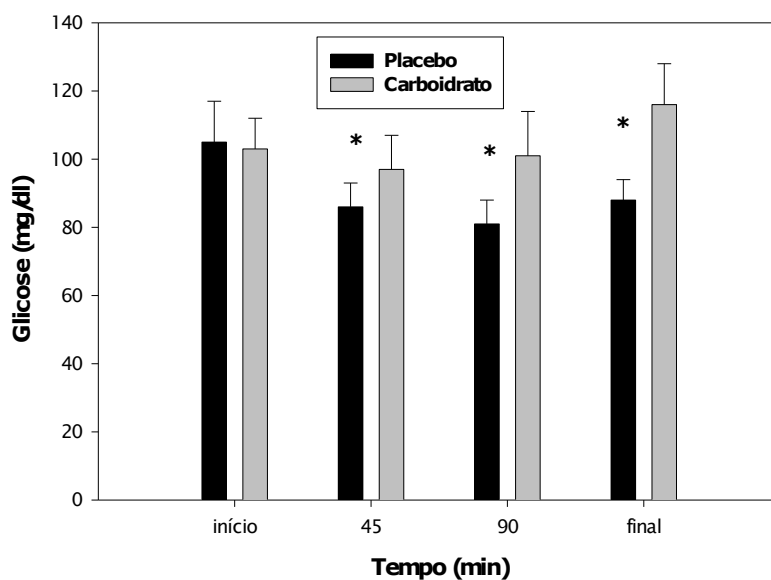


Figura 5 –Glicose sanguínea (mg/dl) nas situações placebo e carboidrato.
* ($p < 0,05$) situação placebo diferente de carboidrato.

TABELA 6 – Glicose Sanguínea (mg/dL)

Situação	Placebo				Carboidrato			
	Início	45'	90'	final	Início	45'	90'	final
X	105	86	81	88	103	97*	101*	116*
S	12	7	7	6	9	10	13	12

Média (X) e desvio padrão (s) da glicose sanguínea.

* glicose sanguínea foi maior significativamente na situação Carboidrato a partir de 45 min. comparado com placebo ($p < 0,05$)

4.2.6 – GRAVIDADE ESPECÍFICA DA URINA

De acordo com a análise de variância, a densidade da urina não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos PLA E MEC e entre o início e final do teste de Wingate (ver tabela 7).

TABELA 7 – Gravidade específica da urina

Situação	Placebo		Carboidrato	
	Início	Final	Início	final
X	1009	1013	1012	1011
S	12	10	12	9

Média (X) e desvio padrão (s) da gravidade específica da urina.

4.2.7- TAXA DE SUDORESE

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) na taxa de sudorese entre os tratamentos PLA E MEC (ver tabela 8).

TABELA 8 – Taxa de Sudorese (L/h)

Situação	Placebo	Carboidrato
x	1.45	1.47
S	0.34	0.39

Média (X) e desvio padrão (s) da taxa de sudorese.

4.3 - VARIÁVEIS DE DESEMPENHO NO TESTE DE WINGATE

4.3.1 – POTÊNCIA DE PICO

Não foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos PLA E MEC na potencia de pico durante o teste de Wingate. Os resultados estão apresentados na tabela 9.

TABELA 9 – Potência de Pico (J/kg)

Situação	Placebo	Carboidrato
X	831	831
S	179	182

Média (\bar{x}) e desvio padrão (s) da potência de pico.

4.3.2 - ÍNDICE DE FADIGA (%)

O índice de fadiga durante o teste de wingate não foi significativamente diferente ($p < 0,05$) entre os tratamentos PLA E MEC (ver tabela 10).

TABELA 10 – Índice de fadiga (%)

Situação	Placebo	Carboidrato
X	28	29
S	6	14

Média (\bar{x}) e desvio padrão (s) do índice fadiga durante o teste de Wingate.

4.3.3 - TRABALHO TOTAL

O trabalho total durante o teste de Wingate não foi significativamente diferente ($p < 0,05$) entre os tratamentos PLA E MEC (tabela 11).

TABELA 11- Trabalho Total (KJ.kg^{-1})

Situação	PLACEBO	Carboidrato
X	279	309
S	24	53

Média (X) e desvio padrão (s) do trabalho total no teste de Wingate.

5-DISCUSSÃO

Frequência Cardíaca

Como era esperado, a temperatura interna e conseqüentemente, a frequência cardíaca, aumentaram continuamente ao longo de todo o exercício, durante as duas situações experimentais, já que o ambiente dificultava a dissipação do calor metabólico. Como a potência desenvolvida durante todo o exercício era mantida constante, pode-se atribuir o aumento na frequência cardíaca ao aumento no trabalho cardíaco visando a manutenção da temperatura interna e ao efeito do aquecimento corporal sobre a taxa metabólica (SAWKA, 1992; SOARES, 1994; GOMES, 1999; MOUNTCASTLE, 1980).

Não foi observada diferença significativa quando a frequência cardíaca obtida durante a situação MEC foi comparada com os valores da situação PLA, indicando que a ingestão de carboidrato e minerais não produziu nenhum efeito sobre a frequência cardíaca durante um exercício submáximo realizado em um ambiente quente e úmido. Este resultado é diferente do que foi encontrado no estudo de MARINS (1995) que encontrou diferença, mas cujo estudo não houve o controle das condições ambientais ou do volume de líquido ingerido.

Percepção subjetiva de esforço (PSE)

A PSE aumentou continuamente, sendo os valores encontrados no 10^o minuto e minutos seguintes, significativamente maiores em relação ao 5^o minuto após o exercício, provavelmente devido ao esforço despendido para realizar o exercício combinado com o estresse térmico causado pelo calor metabólico e pelas condições ambientais desfavoráveis (calor e umidade relativa do ar elevados). Esta alteração pode ser evidenciada também pela elevação da frequência cardíaca e da temperatura interna.

Outros autores (BACHARACH et al., 1994; GOMES, 1999) já haviam relatado resultados semelhantes aos do presente estudo. No estudo de MARINS (1995), todavia, a PSE foi significativamente menor com ingestão de Gatorade do que com ingestão de água, mas isto pode ter sido observado devido a um efeito psicológico decorrente do fato de que o estudo não foi realizado em duplo-velado, já que os participantes sabiam quando estavam ingerindo água ou a MEC.

No presente estudo, a administração de cápsulas nas situações experimentais teve como objetivo eliminar totalmente a possibilidade dos voluntários distinguirem o que estavam ingerindo. Em outros estudos publicados (SUGIURA & KOBAYASHI, 1998; LANGENGELD, 1994, BACHARACH et al., 1994; HARGREAVES, 1987), adoçantes artificiais são usados como placebo.

Temperatura retal

A temperatura retal aumenta sempre que os mecanismos de regulação térmica (evaporação do suor, convecção, radiação e condução) não são suficientes para dissipar o calor metabólico. No presente estudo, o uso de temperatura e umidade elevadas (28°C e 79% URA) teve como objetivo aumentar as exigências termorregulatórias.

A temperatura retal elevou-se desde o início do exercício, mas não apresentou diferenças significativas entre ambas as situações experimentais. A ingestão de MEC não minimizou o estresse térmico e o estresse causado pelo exercício.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os resultados encontrados por BACHARACH ET AL. (1994), durante exercício de 120 min 65% do VO₂ máx realizado em ambiente termo neutro e contradiz os resultados do estudo de MAUGHAN ET AL. (1996), que foi realizado em ambiente termo neutro com exercício a 70% do VO₂ máx até a exaustão.

Apenas um dos participantes do presente estudo atingiu a temperatura interna máxima permitida pela literatura de 39,5 °C antes dos 90 minutos, mas isto ocorreu durante as duas situações experimentais no mesmo tempo, eliminando a possibilidade de um efeito de tratamento (ARMSTRONG ET AL., 1997 e SAWKA ET AL., 1992). Neste caso, o experimento foi interrompido para que a sua integridade física fosse preservada e este não foi considerado na estatística realizada (SILAMI-GARCIA & RODRIGUES, 1998; POWERS & HOWLEY, 2000; HAYMES & WELLS, 1986).

Concentração de glicose e de lactato sangüíneo.

A situação MEC os valores foram significativamente mais elevados do que na situação PLA, principalmente no final do exercício. BACHARACH ET AL. (1994), usando protocolo semelhante ao do presente estudo também observou que a concentração de glicose no sangue durante o exercício com duração de 120 min. a 65% do VO₂ máx foi menor quando não havia a ingestão de carboidratos. Estes autores compararam, também, o desempenho em um teste máximo no cicloergômetro, tendo observado melhores resultados quando os sujeitos ingeriram carboidratos.

Porém, outros autores que utilizaram este protocolo, com a realização de um teste máximo de potência após 1 a 2 hs de exercício submáximo, não encontraram diferenças significativas no desempenho nas diferentes condições, apesar de também

terem observado diferenças na glicose sangüínea (DE MARCO et al., 1999; CLARK et al., 2000; SUGIURA & KOBAYASHI, 1998).

Com relação ao lactato no sangue, não foi observada diferença significativa entre as duas situações, tendo estas concentrações permanecido em níveis compatíveis com a intensidade submáxima do exercício. Os resultados do presente estudo foram semelhantes aos encontrados por BACHARACH et al. (1994); SUGIURA & KOBAYASHI (1998) e NASSIS et al. (1998).

Taxa de sudorese, percentual de perda de peso e gravidade específica da urina.

Não houve diferenças significativas entre a perda hídrica e o volume de líquido ingerido no presente estudo. O volume médio de líquido ingerido foi de $1,07 \pm 0,14$ L/h, enquanto a taxa de sudorese foi de $1,45 \pm 0,34$ L/h e $1,47 \pm 0,39$ L/h nas situações PLA e MEC, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os resultados apresentados por NASSIS et al. (1998), SEIDMAN et al. (1991) e MITCHELL et al. (1988).

A perda hídrica foi semelhante nas duas situações experimentais e menos que 1% do peso corporal, que demonstra também que os indivíduos permaneceram hidratados corroborando com o que foi relatado com MITCHELL et al. (1988) e MUDAMBO, et al. (1997) que compararam a variação da massa corporal com a ingestão de bebidas contendo diferentes concentrações de carboidratos.

Os valores da gravidade específica da urina indicaram que os sujeitos se mantiveram bem hidratados durante o exercício nas duas situações, de acordo com as normas sugeridas pela NATA (2000) e por ARMSTRONG et al. (1994). Os resultados do presente estudo confirmam que o volume ingerido, e não a composição da bebida, determina a manutenção dos níveis de hidratação.

Potência pico, trabalho total e Índice de fadiga durante o teste de Wingate.

Não foram observadas diferenças significativas entre PP e o TT quando os indivíduos ingeriram MEC ou PLA, apesar da GLI ter sido mais elevada na situação em que houve ingestão de MEC. Outros autores que utilizaram este protocolo, com a realização de um teste máximo de potência após uma a duas horas de exercício submáximo, confirmam os achados do presente estudo, não tendo encontrado diferenças significativas no desempenho nas diferentes condições, mesmo tendo observado

diferenças na GLI (CLARK et al., 2000; TIMMONS et al., 2000). Estudos realizados em ambiente termoneutro (BACHARACH et al., 1994; ROBINSON et al., 2002; SUGIURA & KOBAYASHI, 1998) apresentaram resultados que contradizem o presente estudo, que foi realizado em ambiente quente.

È importante ressaltar que, no presente estudo, após o exercício prolongado, a única diferença observada entre os dois tratamentos, antes da realização do TAW, foi a concentração de glicose, que era mais elevada no MEC do que no PLA. A intensidade do exercício prolongado usado no presente estudo pressupõe que a utilização preferencial de fibras de contração lenta (GOLLNICK, et al., 1974; VOLLESTAD e BLOM, 1988). Uma possível explicação para os resultados semelhantes no TAW nas situações MEC e PLA é o fato de que o glicogênio muscular das fibras de contração rápida, que são pouco recrutadas durante o exercício prolongado, tenha sido um dos fatores determinantes do resultado, sendo que as reservas de glicogênio destas fibras podem ter sido semelhantes nas duas situações experimentais.

Algumas observações relevantes sobre alguns dos estudos anteriores são necessárias. Uma das limitações do estudo de TIMMONS et al. (2000) foi a administração de somente quatro gramas de carboidratos durante 90 min de exercício e estes autores não mediram a glicose sangüínea durante os experimentos. Já nos estudos de BACHARACH et al. (1994) e SUGIURA & KOBAYASHI (1998), que apresentaram diferenças significativas no desempenho, as quantidades de carboidratos ingeridas eram diferentes das utilizadas no presente estudo e, além disso, o ambiente em que foi realizado o exercício era termoneutro. Outra observação importante é que nos dois últimos estudos citados foram usadas soluções de carboidrato, o que, de acordo com CLARK et al. (2000), pode não ter garantido um controle do efeito placebo.

Também com relação ao índice de fadiga, representado pela queda percentual de potência ao longo do teste de Wingate, em relação ao pico de potência, não foram observadas diferenças significativas. Esta variável pode ser considerada como um parâmetro de avaliação do potencial anaeróbio láctico porque avalia a fonte de energia produzida em esforço máximo com duração de 30 segundos (MCARDLE, 1998).

6-CONCLUSÃO

Através deste estudo verificamos que a ingestão de carboidrato e eletrólitos não teve efeito sobre a performance anaeróbia (desempenho no teste de Wingate) após um exercício prolongado (90 min de exercício a 60% da potência aeróbia máxima) em ambiente quente e úmido. Ao final dos 90 minutos de exercício no ambiente quente e úmido, a única diferença observada entre as duas situações experimentais foi a concentração de glicose mais elevada na situação BEC, em relação à situação PLA.

A utilização de cápsulas para realização de um estudo duplo-velado teve grande importância na eliminação de possíveis fatores psicológicos, como aumento da performance, que poderiam estar associados à ingestão de bebidas com glicose.

Sugere-se que sejam realizados estudos sobre a possível influência psicológica ocorrida quando os voluntários, em uma das condições experimentais, sejam informados de que estão ingerindo carboidrato e minerais, enquanto em outras duas condições experimentais eles recebam, em um protocolo duplo-velado, carboidrato e minerais ou placebo.

7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOLPH, E.F. & DILL, D.B. Observations on water metabolism in the desert. *American Journal of Physiology*, v.123, p.369-378, 1948.

AHLBORG, B.; BERGTROM, L.; EKELUND, G; HULMAN, E. Muscle glycogen and eletrolyte during prolonged physical exercise. *Acta Physiol. Scand.* V. 70, p. 129-142, 1967.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE- ACSM. Position stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine Science Sports Exercise*, 28(1) I-VII, 1996.

ANDERSON (1998) ANDERSON, A .et al. *Nutrição*. 17^a edição.Rio de Janeiro-R.J: Editora Guanabara, 1988.

ARMSTRONG, L.E. *Performing in Extreme Environments*. Champaign: Human Kinetics, 2000. 333 p.

ARMSTRONG, L.E., C.M. MARESH, J.W. CASTELLANI, M.F. BERGERON, R.W. KENEFICK, K.E. LAGASSE, D ,RIEBE, D. Urinary indices of hydration status. *Int. J. Sport Nutr.* V. 4. 265-279.1994

ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; GABAREE, C.V.; HOFFMAN,J.R.; KAVOURAS, S.A.; KENEFICK, R.W.; CASTELLANI, J.W.; AHLQUIST, L.E. Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *Journal Applied Physiology*, v.82, n.6.p.2028-2035,1997.

ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; RIEBE, D. KENEFICK, R.W., CASTELLANI, J.W.; SENK, J.M.; ECHEGARY, M.; FOLEY, M.F. Local cooling in wheelchair athletes during exercise-heat stress. *Medicine Science Sports Exercise*, 27(2), 211-216, 1995.

ARMSTRONG e COSTILL (1987) ARMSTRONG, L.E.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J. Changes in body water and electrolytes during heat acclimation: effects of dietary sodium. *Aviat. Space Environ. Med.*, 58, 143, 1987.

ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. *Tratado de fisiologia do exercicio*. 3^a edição. Rio de Janeiro- RJ: Editora Interamericana, 1987.

AYALON A, INBAR O, BAR-OR O. Relationships among measurements of explosive strenght and anaerobic power. In RC Nelson and CA Morehouse (Eds) *International Series on Sport Sciences*, vol I, Biomechanic IV, University Press, Baltimore: 572-577, 1974.

BACHARACH, D.W.; DUVILLARD, S.P.V.; RUNDELL, K.W.; MENG, J.; CRING, M.R.; SZMEDRA, L.; CASTLE, J.M.. Carboydrate drinks and cycling performance. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 34, 161-168, 1994.

BAR-OR,O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. *International Journal of Sports Medicine*, 4, 381-394, 1987.

BARR, S.I.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J. Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline or no fluid. *Med Sci Sports Exerc*, 23, 07: 811-817, 1991.

BASSET JR., D.R.; NAGLE, F.J.; MOOKERJEE, S.; DARR, K.C.; NG, A.V.; VOSS, S.G.; NAPP, J.P. Thermoregulatory responses to skin wetting during prolonged treadmill running. *Medicine Science Sports Exercise*, 19(1), 28-32, 1987.

COSTILL, D.L. Sweating: its composition and effects on body fluids, in the marathon. *Physiological, medical, epidemiological and psychological studies*. New York, Vol.301, 1977.

BEM-ARYEH, H.; ROLL, N.; LAHAV, M. Effects of exercise on salivary composition and cortisol in serum and saliva in man. *J. Dent. Res.*, 68, 1989.

BOTHOREL. B.; FOLLENIUS, M.; GISSINGER, R.; CANDAS, V. Physiological effects of dehydration and rehydration with water and acidic or neutral carbohydrate electrolyte solutions. *Eur J Appl Physiol*, 60: 209-216, 1990.

BOULZE, D.; MONTASTRUC, P.; CABANAC, M. Water intake, pleasure and water temperature in humans. *Physiology and Behavior*, 30, 97-102, 1983.

BRANDENBERGER, G.; CANDAS, V.; FOLLENIUS, M.; KAHN, J.M. The influence of the initial state of hydration on endocrine responses to exercise in the heat. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 58, 674-679, 1989.

BROAD, E.M.; BURKE, L.M.; COX, G.R. et al. Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *International Journal of Sports Nutrition*, v.6, p.307-320, 1996.

BRODOWICZ, G.R.; LAMB, D.R.; BAUR, T.S.; CONNORS, D.F. Efficacy of various drink formulations for fluid replenishment during cycling exercise in the heat. *Medicine Science Sports Exercise*, 19, 37, 1984. Abstract.

BURKE, L.M.; HAWLEY, J.A. Fluid Balance in Team Sports. *Sports Medicine*, v.24, n.1, p.38-54, 1997.

CAMPBELL, W.W.; ANDERSON, R.A. Effects of aerobic exercise and training on the trace minerals chromium, zinc and copper. *Sports Med.*, 4, 9, 1987.

CANDAS, V.; LIBERT, J.P.; BRANDENBERGER, G.; SAGOT, J.C.; AMOROS, C.; KAHN, J.M. Hydration during exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55(2), 113-122, 1986.

CASPARY, W.F. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55, 299, 1992.

CLARK, R.P.; EDHOLM, O.G.; Man and thermal environment. London: *Edward Arnold Publishers*, 253 p. 1985.

CLARK, V.R.; HOPKINS, W.G.; HAWLEY, J.A.; BURKE, L.M. Placebo effect of carbohydrate feedings during a 40-Km cycling time trial. *Medicine Science Sports Exercise*. 32(9),1642-1647, 2000.

CONSOLAZIO, C.F.; JOHSON, R.E.; PECORA, L.J. *Physiological measurements of metabolic functions in man*. N.Y: McGraw-Hill, 1963. 414-436.

COGGAN, A.R.; COYLE, E.F. Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise. *Medicine Science Sports Exercise*, 21-59, 1989.

COSTILL, D.L.; SPARKS, K.E. Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *J. Appl. Physiol.*, 34(3), 299-303, 1973.

COSTILL, D.L.; FINK, W.J. Plasma volume changes following exercise and thermal dehydration. *J. Appl. Physiol.*, 37(4), 521-525, 1974.

COSTILL, D. L.; COTE, R.; FINK, W.J. Muscle water and eletrolytes following varied levels of dehydration in man. *J. Appl. Physiol.*, 40, 6-11, 1976.

COSTILL, D. L.; SALTIN, B. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J. Appl. Physiol.* 37, 5: 679-683, 1974.

COSTILL, D. Muscle metabolism and electrolyte balance during heat acclimation. *Acta Physiol. Scand.*, 128(Suppl.556), 111, 1986.

COYLE, E.F.; HAGBERG, J.M.; HURLEY, B.F.; MARTIN, W.H.; EHSANI, A.A.; HOLLOSZY, J.O. Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *J. Appl. Physiol.*, 55, 230, 1983.

COYLE, E.F.; HAGBERG, J.M.; HURLEY, B.F.; MARTIN, W.H.; EHSANI, A.A.; HOLLOSZY, J.O. Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *J. Appl. Physiol.*, 55, 230, 1983.

COYLE, E.F., COOAN, A.R.; HEMMERT, M.K.; IVY, J.L. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohyfate. *J. Appl. Physiol.*, v. 61, n. 1, p. 165-172, 1986.

COYLE, E.F.; HAMILTON, M. Fluid replacement during exercise: Effects on physiological homeostasis and performance. In : GISOLFI, C.V.; LAMB, D.R.; NADEL, E.R. *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. Carmel : Benchmark Press, 1990. v. 3, pp.281-303.

DAVEMPORT, H.W. Physiology of the digestive tract, 2a ed. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1969. In COSTILL, D.L.; SALTIN, B. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J. Appl. Physiol.*, v. 37, n. 05, p. 679-683, 1974.

DE MARCO, H. M.; SUCKER, K. P.; CISAR, C. J.; BUTTERFIELD, G. E. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glicemic index. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 31, n. 01, p. 164-170, 1999.

DENADAI, B.S.; BALIKIAN JUNIOR, P., Relação entre limiar anaeróbio e performance no short triathlon. *Rev. Paul. Educ. Fis.*, São Paulo, 9, 1, 10-15, jan-jun, 1995.

DENNIS, K.; RENNEY, K. Marathon tragedy raises questions. *Inside Texas Running*, 16(3): 7, 1992.

DENNIS, S.C.; NOAKES T.D.; HAWLEY, J.A. Nutritional strategies to minimize fatigue during prolonged exercise: fluid, electrolyte and energy replacement. *J. Sports Sci.*, 15(3), 305-313, 1997.

DEUSTER, P.A.; SINGH, A.; HOFMANN, A.; MOSES, F. M; CHROUSOS, G. C. Hormonal responses to ingesting water or a carbohydrate beverage during a 2h run. *Med Sci Sports Exerc*, 24, 2: 72-79, 1992.

DEUSTER, P.A.; DOLEV, E.; KYLE, S.B.; ANDERSON, R.A.; SCHOOMAKER, E.B. Magnesium homeostasis during high-intensity anaerobic exercise in men. *J Appl. Physiol.*, 62: 547, 1987.

DOTAN R, BAR-OR O. Climatic heat stress and performance in the Wingate Anaerobic Test. *European Journal of Applied Physiology* 44: 237-243, 1980.

EICHNA,L.W.; ASHE, W.F.; BEAN, W.B.; SHELLEY, W.B.The upper limits of environmental heat and humidity tolerated by acclimatized men working in hot environments. *J. Ind. Hyg. TOXYCOL.*, 27-59, 1945.

EKBLOM, B.; GREENLEAF, C.J.; GREENLEAF, J.E.; HERMANSEN, L. Temperature regulation during exercise dehydration in man. *Acta Physiol. Scand.*, 79: 475-483, 1970.

FEBRAIO, M. A.; MURTON, P.; SELIG, S. E.; CLARK, S. A.; LAMBERT, D.L.; ANGUS, D. J.; CAREY, M. F. Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. *Med Sci Sports Exerc*, 28, 11: 1380-1387, 1998.

FORTNEY, S.M.; VROMAN, N.B. Exercise performance and temperature control: temperature regulation during exercise and implications for sports performance and training. *Sports Med.* 2, 8-20, 1985.

FOSTER, C., COSTILL, D.L.; FINK, W.J. Gastric emptying characteristics of glucose and glucose polymer solutions. *Res. Q. Exercise Sport*, 51, 299,1980.

GISOLFI, C.V.; WENGER, C.B. Temperature regulation during exercise - Old concepts, new ideas. *Exer. Sport Sci. Reviews*, 12, 339-372, 1984.

GISOLFI,C.V.; DUCHMAN,S.M. Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. *Medicine Science Sports Exercise*, 24(6), 679-687, June, 1992.

GREENLEAF. J. *Exercise and water electrolyte balance*. Nutrition and Physical Activity, Blix, G., Ed.,Almqvist & Wiksells, Uppsala, Sweden, 148, 1967.

GOLLNICK, P.D.; PIEHL, K.; SALTIN, B. Selected glycogen depletion pattern in human muscle fibers after exercise of varying intensity and at varying pedaling rates. *Journal of Physiology*, London, v.241, p. 1237-1240, 1993.

GOMES, T.M. *Estudo dos efeitos da ingestão de água ou solução carboidratada e eletrolítica durante a atividade física prolongada realizada em ambientes termoneutro ou quente e úmido*. 1999. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo)- Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GUIMARÃES, M.T.; SILAMI-GARCIA, E. Water replacement and thermoregulatory responses during prolonged exercise. *Brazilian J. Med. Biol. Res*, 26, 1237-1240, 1993.

GUYTON, A.C. *Fisiologia humana e mecanismos das doenças*. 5ª edição. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan, 1993.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 9ª edição. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1997. 1014p.

HAYMES, E.M.; WELLS, C.L. *Environment and human performance*. Inc. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1986.

HANSON, P.G. Heat injury in runners. *The physician and Sports Medicine*, 7(6), 91-96, 1979.

HARDY, J.; DUBOIS, E.F. The technic of measuring radiation and convection. *The Journal of Nutrition*, 15(5): 461-475, 1938.

HARGREAVES, COSTILL, D.L.; COGGAN, A.; W.J. Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Med. Sci. Sports exerc.*, v. 16, n. 2, p. 219-223, 1987.

HARRISON, M.H. Effects of thermal stress and exercise on blood volume in humans. *Physiol. Reviews*, 65(1), 149-209, 1985.

HARRISON, M.H. Heat and Exercise: Effects on blood volume. *Sports Med*, 3(3), 214-223, 1986.

HELLON, R. Thermoreceptors. In SHEPHARD, J.T.; ABBOUD, F.M., (Ed.). *Handbook of Physiology*, sec.1, vol III, Bethesda, Md., American Physiology Society, 1983.

HILLER, W.D.B., O'TOOLE, M.L. LAIRD, R.H. Electrolyte and glucose changes in endurance and ultraendurance exercise: results and medical implications. *Medicine Science Sports Exercise*, 18, 62, 1986. Abstract.

HUNT, J.N.; SPURREL, W.R. The pattern of emptying of the human stomach. *J. Physiol. London*, 113, 157-168, 1951.

IVY, J.L.; MILLER, W.; DOVER, V.; GOODYER, L.G.; SHERMAN, W.M.; FARREL, S.; WILLIAMS, H., Endurance improved by ingestion of a glucose polymer supplement. *Medicine Science Sports Exercise*, 15, 6: 466-471, 1983.

JACOBS, I.; BAR-OR, O.; KARLSSON, J.; DOTAN, R.; TESCH, P.; KAISER, P.; INBAR, O. Changes in muscle metabolites in females with 30s exhaustive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 6: 457-460, 1982.

KAY, D.; MARINO, F. Fluid ingestion and exercise hypertemia: implications for performance, thermoregulation, metabolism and the development of fatigue. *J.Sports Sci.*, 18(2), 71-82, 2000.

KEREN, G.; SHONFELD, Y.; SOHAR, E. Prevention of damage by sport activity in hot climates. *J. Sports Med.*, 20, 452 – 459, 1980.

KIRBY, C.R.; CONVERTINO, V.A. Plasma aldosterone and sweat sodium concentrations after exercise and heat acclimation. *J. Appl. Physiol.*, 61, 967, 1986.

KRAUSE, M.V.; MAHAN, L.K. *Alimentos nutrição & dietoterapia*. 7ª edição: Roca, 1991. 988p

LAMBERT, G.P.; CHANG, R.T.; JOENSEN, D.; SHI, X.; SUMMERS, R.W.; SCHEDL, H.P.; GISOLFI, C.V. Simultaneous determination of gastric emptying and intestinal absorption during cycle exercise in humans. *J. Sports Med.*, 17(1), 48-55, 1996.

LANE, H.W.; CERDA, J. Potassium requirements and exercise. *Am. Correct. Ther.J.*, 33- 69, 1979.

LANE, H.W.; CERDA, J. Potassium requirements and exercise. *J. Am. Diet. Assoc.*, 73, 64-67, 1978.

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

LINDINGER, M.I.; SJOGAARD, G. Potassium regulation during exercise and recovery. *Sports Med.*, 11, 382, 1991.

LUETKEMEIER, M.J.; COLES, M.G.; ASKEW, W.A., Dietary sodium and plasma volume with exercise. *Sports Medicine*, 23(5), 179-186, may, 1997.

MARINS, J.C.B. Influência da ingestão de Gatorade por atletas, no comportamento da glicose sanguínea e frequência cardíaca. *Revista da Educação Física/UEM*, Maringá, v.1, n6, p.54-61, 1995.

MAUD, P.J. & SHULTZ, B.B. Norms for the Wingate anaerobic teste with comparison to another similar test. *Research Quaterly for Exercise and Sport*, v.60, 2, 144-151, 1989.

MAUGHAN, R.J. Fluid loss, electrolyte and physical performance. *Sports*. april, 1987.

MAUGHAN, R.J. Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. *Journal Sports Science*, 9, 117-142, 1991.

MAUGHAN, R.J. Fluid Balance and Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, v.13, p.S132-S135, 1992.

MAUGHAN, R. J.; NOAKES, T.D. Fluid replacement and exercise stress. A brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. *Sports Med.*, 12(1), 16-18, 1991.

MAUGHAN, R.J.; BETHELL, L.R.; LEIPER, J.B. Effects of ingested fluids on exercise capacity and on cardiovascular and metabolic responses to prolonged exercise in man. *Exp. Physiol.*, v. 81, p. 847-859, 1996.

MAUGHAN, R.J.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P.L. *Bioquímica do exercício e do treinamento*. São Paulo: Manole, 2000. 240p.

MAUGHAN, R.J.; SHIRREFFS, S.M. Recovery from prolonged exercise: restoration of water and electrolyte balance. *J. Sports Sci.*, 15(3), 297-303, 1997.

MITCHELL, J.B.; VOSS, K.W. The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23,3: 314-319, 1991.

MITCHELL, J.B.; COSTILL, D.L.; HOUMARD, J.A.; FLYNN, M.G.; FINK, W.J.; BELTZ, J.D. Effects of carbohydrate ingestion on gastric emptying and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v. 20, p.100-5, 1988.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 4ª edição. Rio de Janeiro; Editora Guanabara Koogan S.A, 1998.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 1992.

McCONNELL, G.K.; BURGE, C.M.; SKINNER, S.L.; HARGREAVES, M. Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 160(20), 149-156, 1997.

McCONNELL, G.K.; STEPHENS, T.J.; CANNY, B.J. Fluid ingestion does not influence intense 1-h exercise performance in a mild environment. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.3, p.386-392, 1999.

MILES, D.S.; SAWKA, M.N.; GLASSER, R.M.; PETROFSKY, J.S. Plasma volume shifts during progressive arm and leg exercise. *Appl. Physiol.*, 54(2), 491-495, 1983.

MONTAIN, S.J.; COYLE, E.F. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal Applied Physiology*, v.73, p.1340-1350, 1992.

MONTAIN, S.J.; LAIRD, J. E.; LATZKA, W. A ; SAWKA, M.N. Aldosterone and vasopressin responses in the heat : hydration level and exercise intensity effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.29, n.5, p.661-668, 1997.

MOSELEY, P.L.; GISOLFI, C.V. New frontiers in thermoregulation and exercise. *Sports Med.*, v. 16, n. 3, p. 163-167, 1993.

MOUNTCASTLE, V.B. *Medical Physiology*. 2 , 14^o edição, 1980.

MUDAMBO,K.S.; LEESE,G.P.; RENNIE, J. Dehydration in soldiers during walking/running exercise in the heat and the effects of fluid ingestion during and after exercise. *European Journal Applied Physiology*,76(6), 517-524.1997.

NASSIS, G.P.; WILLIAMS, C.; CHISNALL, P. Effect of a carbohydrate –electrolyte drink on endurance capacity during prolonged intermittent high intensity running performance or blood metabolites. *Journal of Exercise Physiology*, v. 5, n. 1, p. 49-55, 2002.

NATA-National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training*, v.35, n.2, p.212-224, 2000.

NEUFER, P.D.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J.; KIRWAN, J.P.; FIELDING, R.A.; FLYNN, M.G. Effects of exercise and carbohydrate composition on gastric emptying. *Medicine Science Sports Exercise*, 18, 658-662, 1986.

NOAKES, T.D.; GOODWIN, N.; RAYNER, B.L.; BRANKEN, T.; TAYLOR, R.K.N. Water intoxication: a possible complication during endurance exercise. *Medicine Science Sports Exercise*, 17, 370, 1985.

NOAKES, T.D.; ADAMS, B.A.; MYBURGH, K.H.; GREEFF, C.; LOTZ, T.; NATHAN, M. The danger of an inadequate water intake during prolonged exercise: A novel concept re-visited. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57, 210-214, 1988.

OLSSON, K.E.; SALTIN, B. Variation in total body water with muscle glycogen changes in man. *Acta Physiol. Scand.*, 80, 11-18, 1970.

PANDOLF, K.B.; SAWKA, M.N.; GONZALEZ, R. R. *Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes*. Indianapolis: Benchmark press, Inc., 1988.

PATTON J F, MURPHY M M, FREDERICK F A. Maximal power outputs during the Wingate anaerobic test. *International Journal of Sports Medicine* 6: 82-85, 1985.

PITTS, G.C.; JOHNSON, R.E.; CONSOLAZIO, F.C. Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. *Am. J. Physiol.*, 142: 253-259, 1944.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. *Fisiologia do Exercício; Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho*. 1.ed. São Paulo: Manole Ltda, 2000. 527p.

PUGH, L.G.C. Rectal temperatures, weight losses and sweat rates in marathon running. *J. Appl. Physiol.* 19, 531-533, 1967.

ROBINSON, S.; DILL, D.B.; WILSON, J.W.; NIELSEM, M. Adaptations of white men and negroes to prolonged work in humid heat. *Am. J. Trop. Med.*, 21, 261, 1941.

ROBINSON, T.A.; HAWLEY, J.A.; PALMER, G.S.; WILSON, G.R.; GRAY, D.A.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 71, 153-160, 1995.

ROBINSON, E. M.; GRAHAM, L.B.; MONCADA, J.; JENSEN, B.; JONES, M.; HEADLEY, S.A. Carbohydrate-Electrolyte Ingestion has no Effect on High Intensity Running Performance or Blood Metabolites. *Journal Exercise Physiology* 5(1): 49-55, 2002

ROMIJM, J.A.; COYLE, E.F.; SIDOSSIS, L.S.; GASTALDELLI, A.; HOROWITZ, JF.; ENDERT, E.; WOLFE, R.R. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am. J. Physiol.*, 265C, 380-391, 1993.

SALTIN, B.; COSTILL, D.L. Fluid and electrolyte balance during prolonged exercise. 1988. In HORTON, E.S.; TERJUNG, R.L. Exercise nutrition and metabolism. N.Y., Macmillan, , 1992.

SAWKA, M.N. Physiological consequences of hypohydration : exercise performance and thermoregulation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.24, n.6, p.657-670, 1992.

SAWKA, M.N.; GREENLEAF, J.E. Current concepts concerning thirst, dehydration, and fluid replacement: overview. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.24, p. 643-4, 1992.

SAWKA, M.N.; KNOWLTON, R.G.; GLASER, R.G. Body temperature, respiration and acid-base equilibrium during prolonged running. *Medicine Science Sports Exercise*, 12, 370-374, 1980.

SAWKA, M.N.; YOUNG, A.J.; FRANCESCONI, R.P.; MUZA, S.R.; PANDOLF, K.B. Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J. Appl. Physiol.* 59(5), 1394-1401, 1985.

SAWKA, M.N.; YOUNG, A.J.; LATZA, W.A.; NEUFER, P.D.; QUIGLEY, M.D.; PANDOLF, K.B.; Human tolerance to heat strain during exercise: influence of hydration. *J. Appl. Physiol.* 73, 1, 368-375, 1992.

SAWKA, M.N.; MONTAIN, S.J.; LATZKA, W.A. *Body Fluid Balance During Exercise-Heat Exposure*. In : BURSKIRK, E.R. & PUHL, S.M. *Body Fluid Balance; Exercise and Sport. USA: CRC Press, 1996. Cap.7, p.139-157.*

SCHAMADAM, J.; SNIVELY, W. The role of potassium in diseases due to heat stress. *Ind. Med. Surg.*, 36, 785, 1967.

SCHAMADAM, J.; SNIVELY, W. Evaluation of potassium-rich electrolytes solutions as oral prophylaxis for heat stress. *Ind. Med. Surg.*, 37, 677, 1968.

SCHROEDER, J.M.; HECK, K.L.; POTTEIGER, J.A. A comparison of three fluid replacement strategies for maintaining euhydration during prolonged exercise. *J. Appl. Physiol.* 22(1), 48-57, 1997.

SEIDMAN, D.S.; ASHKENAZI, I.; ARNON, R.; SHAPIRO, Y.; EPSTEIN, Y. The effects of glucose polymer beverage ingestion during prolonged outdoor exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc*, 23, 4: 458-462, 1991.

SENAY JR., L.C. Effects of exercise in the heat on body fluid distribution. *Medicine Science Sports Exercise*, 11(1), 42-48, 1979.

SENAY, L.C.; PIVARNICK, J.M. Fluid shifts during exercise. *Exerc. Sports Sci. Ver.*, 13: 335-387, 1985.

SHARKEY, B.J. *Physiology of fitness*. 3 edição. Ed. Human Kinetics Books, Champaign, IL., 1990.

SHI, X.; GISOLF, C.V. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Medicine*, v.25, n.3, p.157-172, 1998.

SILAMI-GARCIA, E.; RODRIGUES, L.O.C. *Hipertermia durante a prática de exercícios físicos: riscos, sintomas e tratamento*. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v.19, p.85-94, 1998.

SILAMI-GARCIA E.; RODRIGUES, L.O.; SOARES, D.D. *Fisiologia da termorregulação*. In: SAMULSKI, D.M.(Ed). *Novos conceitos em treinamento esportivo*. Brasília: Instituto Nacional de Desenvolvimento do Desporto, 1999. Cap1, p.9-25.

SILAMI-GARCIA, E. *Termorregulação e desempenho físico durante a prática de esportes em ambientes quentes e úmidos*. In: GRECO, P.J.; SAMULSKI, D.M.; JUNIOR, E.C.(Ed.). *Temas Atuais em Educação Física e Esportes I*. Belo Horizonte: Health, 1997. cap.11, p.145-161.

SOARES, D.D. *Efeitos da elevação da temperatura interna sobre o tempo total de exercício, a percepção subjetiva do esforço e as respostas termorregulatórias durante o exercício submáximo realizado em ambiente termoneutro*. 1993. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo)- Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOHAR, E.; KALY, J.; ADAR, R. *The prevention of voluntary dehydration*. UNESCO/India symposium on Environmental Physiology and Psychology, 129-135, 1962. In SZLYK, P.C., SILS, I.V., FRANCESCONI, R.P., HUBBARD, R.W. and ARMSTRONG, L.E. *Effects of water temperature and flavoring on voluntary dehydration in men*. *Physiol. Behav.*, 45(3), 639-647, 1989.

SOHAR, E. *Heat and water balance during physical effort in hot climate*. *MADA*, 10: 187-193, 1965. In KEREN, G., SHONFELD, Y. and SOHAR, E. Prevention of damage by sport activity in hot climates. *J. Sports Med.*, 20, 452-459, 1980.

STITT, J.T. *Central regulation of body temperature*. In: GISOLFI, C.V.; LAMB, D.R.; NADEL, E.R. *Perspective in Exercise Science and Sports Medicine*. 1^a ed. *American College of Sports Medicine and Cooper Publishing Group*, 1993. v.6, p1-48.

SUGIURA, K.; KOBAYAYASHY, K. Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.30, p.1624-1630, 1998.

SUTTON, J.R. Heat illness. In: Richard H. *Sports Medicine*,. Strauss Editor, W.B. Saunders Company, 1984.

TIMMONS, B. W; NEWHOUSE, I. J.; THAYER, R. E.; McAULIFFE, J. E.; McILLWAINE, S. The Efficacy of SPORTTM as a Dietary Supplement on Performance and Recovery in Trained Athletes. *Can.J.Appl.Physiol.*,25(1): 55-67,2000

VALERIANI, A. The need for carbohydrate intake during endurance exercise. *Sports Medicine*, 12, 06: 349-358, 1991.

VANDEWALLE, Henry; PÉRÉS, Gilbert and MONOD, Hugues. Standard Anaerobic Exercises Tests. *Sports Medicine* 4: 268-289 1987.

VAN NIEUWENHOVEN,M.A.; BRUMMER, R.J.M.; BROUNS. F. Gastrointestinal function during exercise: comparison of water, sports drink, and sports drink with caffeine. *J. Appl. Physiology*, 89, 1079-1085, 2000.

VIVEIROS, J.P. *Efeitos da Ingestão de água a 10, 24, 38 °C sobre a tolerância ao exercício submáximo prolongado até a exaustão*.1996. Dissertação (Mestrado Treinamento Esportivo)- Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

VOLLESTAD, N.K.; BLOM, P.C.S. Efect of varying exercise intensity on glycogen depletion in human muscle fibers. *Acta Physiologica Scandinavika*, Stockholm, v. 125, p. 395-405, 1988.

VRANIC, M. A key to understanding the pathogenesis of diabetes: indirect effects of insulin. *Diabetes*, 41, 1188-1205, 1992.

WASLSH, R.M.; NOAKES, T.D.; HAWLEY, J.A Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *International Journal of Sports Medicine*, v.15, p.392 –398, 1994.

WASSERMAN,k.; WHIPP,B.J. Anaerobic threshold and respiratory exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v. 35, p. 236 – 243,1973

WEINECK, J. *Biologia do esporte*. São Paulo- S.P.: Manole, , 1991.

WILBER, R.L.; MOFFATT, R.J. Influence of glucose polymer ingestion on plasma glucose concentration and performance in male distance runners. *J. Sports Med.*, 12: 251, 1991. Abstract.

WILLIAMS, M.H. *Nutricion for health, fitness and sport*. 5 ed. Boston: WCD/ Mcgraw-Hill, 1999. 500 p.

WILMORE, ;et al. Role of taste preference on fluid intake during and after 90 min of running at 60% of VO₂max in the heat. *Medicine Science Sports Exercise*, 30(4), 587-595, 1998.

WOLINSKY, I.; HICKSON JR, J.F. *Nutrição no exercício e no esporte*. 2^a edição. São Paulo- S.P.: Roca, 1996. 548p.

WRIGHT, D.A.; SHERMAN, W.M.; DERNBACH, A.R. Carbohydrate feedings before, during, or in combination improve cycling performance. *J. Appl. Physiol.*, 71, 3: 1082-1088, 1991.

YAPELKIS,B.B.; IVY.J.L. Effect of carboydrate supplements and water on exercise metabolism in the heat. *Journal Applied Physiology*, 71(2), 680-687, 1991.

XIOCAI,X.; GISOLFI,C.V. Fluid and carboydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Medicine*, 25(3):157-172, march, 1998.

ANEXOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA- LAFISE

FICHA ANTOPOMÉTRICA DA COLETA - MARCELO SALVIANO

DATA: _____ TEMP. AMBIENTE: _____ URA: _____

NOME VOLUNTÁRIO: _____

CÓDIGO : _____

DATA NASCIMENTO: _____

IDADE : _____

ANTROPOMETRIA

PESO: _____ kg

ALTURA: _____ cm

COMPOSIÇÃO CORPORAL - DOBRAS CUTÂNEAS

SE =	SI =
TRI =	AB =
BI =	CX =
PT =	PR =
SA =	

Resultado do % G : _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS FERAS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA-LAFISE

COLETA: MARCELO SALVIANO

NOME VOLUNTÁRIO: _____

DATA: _____

AMBIENTE: _____ ° C _____ % URA

<u>TEMPO</u>	<u>CARGA-W</u>	<i>FC</i>	<i>PSE</i>
0 A 2 min	25 W		
2 a 4 min	50 W		
4 a 6 min	75 W		
6 a 8 min	100 W		
8 a 10 min	125 W		
10 a 12 min	150 W		
12 a 14 min	175W		
14 a 16 min	200W		
16 a 18 min	225W		
18 a 20 min	250W		
20 a 22 min	275W		
22 a 24 min	300W		
24 a 26 min	325W		
26 a 28 min	350W		
28 a 30 min	375W		

30 a 32 min	400W		
--------------------	-------------	--	--

Obs: Manter a velocidade constante de 50 rpm.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS FERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA-LAFISE

COLETA: MARCELO SALVIANO

NOME VOLUNTÁRIO: _____

DATA: _____

SITUAÇÃO : _____

CÓDIGO :

LETRA LEGÍVEL

<u>TEMPO</u>	<u>F. CARD.</u>	<u>PSE</u>
<u>INÍCIO</u>		
<u>5 MIN</u>		
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		
70		
75		
80		
85		
90		

Início wingate		
Final wingate		

Obs: Estas variáveis medidas só podem aumentar durante o experimento. Deve-se ficar atento a qualquer outro tipo de comportamento.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS FERAS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA-LAFISE

COLETA: MARCELO SALVIANO

NOME VOLUNTÁRIO: _____

DATA: _____

DATA NASCIMENTO: _____

IDADE : _____

PESO: _____ kg

Teste de Wingate

(Ficar alerta e avisar sobre o aumento da carga para o teste após os 90 minutos)

Pico de potência : _____

No de giros : _____

Trabalho total KJ: _____

" " J/kg: _____

Potência máxima: _____

" " W/kg: _____

Queda de potência: _____

Tempo p/ potência máxima: _____

Duração da potência máxima: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS FERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA-LAFISE

COLETA: MARCELO SALVIANO

NOME VOLUNTÁRIO: _____

DATA: _____

SITUAÇÃO : _____

CÓDIGO :

LETRA LEGÍVEL

<u>TEMPO</u>	<u>lactato</u>	<u>glicose</u>
<u>INÍCIO</u>		
45		
90		
Final Wingate		

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS FERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA-LAFISE

COLETA: MARCELO SALVIANO

NOME VOLUNTÁRIO: _____

DATA: _____

SITUAÇÃO : _____

CÓDIGO :

GRAVIDADE ESPECÍCA DA URÍNA

INÍCIO:-----

FINAL:-----

COR URINA

INÍCIO:-----

FINAL:-----

TAXA DE SUDORESE**PESO INÍCIO:-----****PESO FINAL:-----****VOLUME DE URINA****Início:-----****Final:-----**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS FERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA-LAFISE

COLETA: MARCELO SALVIANO

NOME VOLUNTÁRIO: _____

DATA: _____

SITUAÇÃO : _____

CÓDIGO :

LETRA LEGÍVEL

<u>TEMPO</u>	<u>T. RETAL</u>
<u>INÍCIO</u>	
<u>5 MIN</u>	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	
65	
70	
75	
80	
85	
90	

Início Wingate	
Final Wingate	

Obs: Estas variáveis medidas só podem aumentar durante o experimento. Deve-se ficar atento a qualquer outro tipo de comportamento.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA- LAFISE

Formulário de Consentimento Livre e Esclarecido

**“EFEITOS DA INGESTÃO DE ÁGUA E DE BEBIDA CARBOIDRATADA
ELETROLÍTICA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DURANTE O
EXERCÍCIO SUBMÁXIMO EM AMBIENTE QUENTE E ÚMIDO”**

Eu, voluntariamente , aceito participar desta pesquisa, sob supervisão médica, no laboratório de fisiologia de exercício da escola de educação física da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte de um estudo do Mestrado em Treinamento Esportivo desta escola.

Antes de iniciar a pesquisa, serei submetido a uma avaliação constituída por um teste ergométrico, onde será avaliada minha capacidade física e cardiorrespiratória, além de uma avaliação antropométrica. Somente após estas avaliações é que eu serei liberado para participar da coleta de dados propriamente dita.

Li e compreendi todos os procedimentos que envolvem esta pesquisa, bem como, os benefícios e/ou possíveis riscos. Estou ciente que durante a coleta de dados serão retiradas amostras de sangue para futura análise, urina antes e após o exercício e a utilização de sonda retal durante o exercício. Sei que posso me recusar a participar deste estudo ou que posso abandona-lo a qualquer momento, sem precisar me justificar e sem qualquer constrangimento. Sei que não está previsto qualquer forma de remuneração e que todas as despesas relacionadas com o estudo são de responsabilidade do Laboratório de Fisiologia de Exercício.

Esclareci todas as minhas dúvidas e, se durante o andamento da pesquisa novas dúvidas surgirem, disponho de total liberdade para esclarecê-las com a equipe responsável.

Compreendo também que os pesquisadores podem decidir sobre a minha exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais eu serei devidamente informado.

Portanto, concordo com tudo o que foi exposto acima e dou o meu consentimento.

Belo Horizonte, _____.

Assinatura

do

voluntário: _____

Testemunha

Testemunha

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo ao voluntário, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

Pesquisador Responsável