

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALBERTO INÁCIO DA SILVA

REPOSIÇÃO HÍDRICA E GASTO ENERGÉTICO DO ÁRBITRO DE FUTEBOL NO
TRANSCORRER DA PARTIDA

CURITIBA
2008

ALBERTO INÁCIO DA SILVA

REPOSIÇÃO HÍDRICA E GASTO ENERGÉTICO DO ÁRBITRO DE FUTEBOL NO
TRANSCORRER DA PARTIDA

Tese apresentada ao Curso de Pós- Graduação em Biologia Celular e Molecular, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Fisiologia.

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Fernández Perez

Co-orientador:

Prof. Dr. Luiz Cláudio Fernádes

CURITIBA
2008

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Silva, Alberto Inácio da
Reposição hídrica e gasto energético do árbitro de futebol no transcorrer da partida./ Alberto Inácio da Silva. – Curitiba, 2008.
150f.: il. ; 30cm.

Orientador: Ricardo Fernández Perez
Co-orientador: Luiz Cláudio Fernandes

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular.

1. Fisiologia 2. Futebol 3. Árbitro 4. Composição corporal I. Título II. Perez, Ricardo Fernández III. Fernandes, Luiz Cláudio IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular.

PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

Departamento de Biologia Celular e Departamento de Fisiologia
Setor de Ciências Biológicas
Universidade Federal do Paraná
Instituto de Biologia Molecular do Paraná

PARECER

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, composta por:


Dr. Ricardo Fernandez Perez

Orientador da Universidade Federal do Paraná - UFPR


Dr. Ciro Romélio Rodriguez Añez

Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR


Dr. Antonio Carlos Gomes

Escola Paulista de Medicina - Unifesp


Dr. Neiva Leite

Universidade Federal do Paraná - UFPR


Dr. Rosalvo Tadeu Hochmuller Fogaça

Universidade Federal do Paraná - UFPR

e tendo como suplentes,

Dr. Carolina Arruda de Oliveira Freire

Universidade Federal do Paraná - UFPR

Dr. Evandro Rogério Roman

FAG - PR

após argüir o(a) doutorando(a) **Alberto Inácio da Silva** em relação ao seu trabalho de tese intitulada: "**Reposição hídrica e gasto energético do árbitro de futebol no transcorrer da partida**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de Doutor em Biologia Celular e Molecular, dentro da área de concentração em **Fisiologia**.

A obtenção do título de Doutor está condicionada à implementação das correções sugeridas pelos membros da banca examinadora e ao cumprimento integral das exigências estabelecidas nas Normas Internas deste curso de pós-graduação.

Curitiba, 11 de fevereiro de 2008


Carolina Arruda de Oliveira Freire
Vice-Coordenadora do Curso

Agradecimentos

Foram 15 anos de estudos de nível superior para chegar até aqui. Nesse período publiquei 36 artigos e um livro, relacionados ao árbitro de futebol. É claro que para isso tive que contar com a ajuda de inúmeros profissionais, a quem neste momento não poderia deixar de agradecer.

Gostaria de agradecer, imensamente, ao Prof. Dr. Ciro Romelio Rodriguez Añez, docente da PUCPR, que desde minha graduação vem desenvolvendo trabalhos comigo. Foram vários artigos publicados em conjunto e, para que eu pudesse fazer minhas investigações, pude contar, várias vezes, com sua ajuda, para conseguir as instalações, materiais e recursos, seus ou da PUCPR. A este amigo, meu sincero muito obrigado.

Não posso deixar de agradecer ao Prof. Adalberto Bueno Sobrinho. Sua ajuda foi imprescindível para o desenvolvimento de minha pesquisa relacionada à perda hídrica, que originou esta tese. Inúmeras vezes ele, que é também um profissional do apito, serviu de “cobaia” para alguns dos meus trabalhos. Portanto, meu amigo, meu muito obrigado.

Outro que auxiliou de forma significativa para o desenvolvimento desta tese, foi o Prof. Dr. Evandro Rogério Roman, docente da FAG (Fundação Assis Gurgacz). Seu apoio foi fundamental para que algumas variáveis fisiológicas aqui estudadas pudessem ser mensuradas por mim. Caro colega, sem sua ajuda certamente teria tido muito mais dificuldade em concluir esta etapa. Muito obrigado e sucesso na sua carreira, agora que faz parte do quadro de árbitros da FIFA. Você merece, já fez muito pela arbitragem.

Gostaria de agradecer, também, à Prof.^a Ms. Simone Santos Junges, docente da UNIUV. Perdi o número das vezes em que auxiliou na tradução de artigos e correção ortográfica de inúmeros trabalhos que publiquei durante este doutoramento. Querida professora, muito obrigado.

Um agradecimento especial gostaria de fazer ao meu co-orientador, o Prof. Dr. Luiz Cláudio Fernandes. Enquanto algumas pessoas não acreditavam nos estudos dirigidos ao árbitro de futebol, sempre me apoiou e se empenhou pela minha entrada no programa de doutorado. Lutou incessantemente para que algumas pessoas reconhecessem minhas pesquisas na área da fisiologia e sua importância. Sem o seu reconhecimento e ajuda não teria chegado aqui. A este grande amigo e profissional, meu muito obrigado.

Quero agradecer, de forma especial, à minha querida esposa, Santana Ferreira dos Santos que, mesmo grávida e, depois, com o nosso filho recém-nascido, acompanhava-me aos estádios de futebol

para montagem dos equipamentos e filmagem dos árbitros. Saiba, minha querida, que sua ajuda foi fundamental para a conclusão deste estudo. Muito obrigado, eu te amo.

Não poderia deixar de agradecer aos árbitros da Federação Paranaense de Futebol que participaram deste estudo, sem a colaboração destes colegas, com absoluta certeza não teria concluído mais este trabalho. Muito obrigado.

Deixei por último, para agradecer ao meu grande amigo e orientador, Prof. Dr. Ricardo Fernandez Perez. Desde minha especialização em Fisiologia, acreditou e me auxiliou muito no desenvolvimento dos meus trabalhos. Fica difícil mensurar o quanto cresci academicamente com sua ajuda. Publicamos vários trabalhos em conjunto e ele, de forma incansável, sempre buscou conseguir os artigos internacionais relacionados à arbitragem ou aos temas que estávamos pesquisando, para fundamentar nossas pesquisas. Sei que discutimos e discordamos inúmeras vezes, mas, o mais importante, foi que desenvolvemos e chegamos, ao longo desses anos de inúmeras pesquisas, a resultados e conceitos que serviram de base a vários pesquisadores, e estão sendo citados na literatura científica nacional e internacional. Dizer-lhe obrigado sei que é muito pouco pelo que fez por mim, mas não poderia deixar de agradecer. Portanto, obrigado pelo que você me proporcionou, meu grande amigo.

RESUMO

Um estado nutricional adequado é fundamental para uma *performance* física ótima. Entre os parâmetros que merecem maior atenção, encontra-se o estado de hidratação. O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o grau de desidratação, a *performance* física e o gasto energético do árbitro de futebol durante partidas oficiais, e observar se a reidratação espontânea (*ad libitum*) ou com quantidades pré-determinadas de líquidos (água mineral ou um repositores hidroeletrolítico) interfere nestas variáveis. Para tanto, foram avaliados 10 árbitros de futebol do sexo masculino, idade média de $38,9 \pm 3,8$ anos, massa corporal de $86,1 \pm 7,1$ kg e altura de $180,1 \pm 7$ cm. Eram todos credenciados pela Comissão de Arbitragem da Federação Paranaense de Futebol e atuaram durante o Campeonato Paranaense de 2005 e 2006. Todos eram voluntários e assinaram um termo de consentimento, cumprindo com as exigências do Comitê de Ética do Hospital das Clínicas – Universidade Federal do Paraná. Cada árbitro foi avaliado em três partidas consecutivas, na primeira se reidratou *ad libitum*, na segunda recebeu um volume pré-determinado de água mineral, e na última o mesmo volume mais na forma de um repositores hidroeletrolítico isotônico. A perda total de água no organismo foi determinada a partir da mudança observada no peso corporal, considerando-se os valores do peso inicial, peso final, diurese, e do líquido ingerido pelo indivíduo durante o intervalo da partida. Para a determinação do gasto energético os árbitros foram filmados durante as partidas. A observação das fitas permitiu cronometrar os tempos em que os árbitros permaneceram em cada ação motora. Para a estimativa do gasto energético determinou-se o consumo de oxigênio por equações matemáticas, ou seja, método duplamente indireto. Foram avaliados, ainda, o perfil antropométrico e o nível de condicionamento físico dos árbitros. Nos dias das partidas, a temperatura ambiente média foi de $23,2 \pm 3,1^\circ$ C, e a umidade relativa do ar era de $67,3 \pm 18,7\%$. A perda total de água corporal na primeira partida foi de $2,10 \pm 0,57$ litros, o que equivale a $2,44 \pm 0,53\%$ do seu peso corporal inicial. Esta percentagem foi reduzida de forma estatisticamente significativa pela reidratação com água mineral e com o repositores hidroeletrolítico isotônico ($p < 0,05$). A taxa de sudorese observada na primeira partida ($1,16 \pm 0,34$ L/h) foi significativamente reduzida pela ingestão de um volume pré-determinado da solução hidroeletrolítica isotônica ($0,72 \pm 0,39$ L/h). O consumo energético médio do árbitro é de $734,7 \pm 65$ kcal, para uma distância de $9155,47 \pm 379$ metros, percorridos no transcorrer da partida, não havendo diferença estatisticamente significativa entre o gasto energético e a distância total percorrida pelo árbitro em cada etapa do estudo, ($p > 0,05$). A atividade física desse profissional durante o jogo pode ser classificada como de intensidade moderada, pois em 67% do tempo total da partida o consumo de O_2 é igual ou inferior a $13,25 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, o que corresponde a 3,8 METs. Os dados do presente trabalho indicam que a ingestão de volumes pré-determinados de fluidos, em especial a solução isotônica, antes e durante o intervalo da partida, foram capazes de reduzir significativamente as perdas de fluidos corporais dos árbitros, ou seja, quando o árbitro é hidratado com um repositores hidroeletrolítico ele anula fortemente a possibilidade de ter sua *performance* durante o jogo prejudicada em decorrência de fatores relacionados com a desidratação.

ABSTRACT

An adjusted nutritional state is basic for an excellent physical performance. Hydration state meets between the parameters that deserve greater attention. The general objective of this work was to evaluate the degree of dehydration, the physical performance and the energy expense of soccer referees during official matches, and to observe if spontaneous re-hydration (*ad libitum*) or with predetermined amounts of liquids (mineral water or a isotonic solution) intervenes with these variables. For this, 10 male soccer referees average age of $38,9 \pm 3,8$ years, corporal mass of $86,1 \pm 7.1$ kg and $180,1$ height of ± 7 cm, had been evaluated. All were credential for the Referee Bureau of the Parana Soccer Federation and had acted during the regional Championship of 2005 and 2006. All were voluntary and had signed an assent term, fulfilling with the requirements of the Committee of Ethics of the University Hospital - Federal University of Paraná. Each referee was evaluated in three consecutive matches, in first they re-hydrated *ad libitum*, in second he received a predetermined volume of mineral water, and in last the same volume in the form of an isotonic solution. Before and after each match, the referee was heavy completely nude and supplied a sample of blood. With the sample of blood it was possible to verify the plasmatic concentration of lactate and glucose before and after the match. The total loss of water in the organism was determined from the change observed in the corporal weight, considering the values of initial weight, final weight, urinary volume, and of the liquid ingested for the individual during the interval of the match. For the determination of the energy expenditure the referees were filmed during the matches. The tapes allowed to chronometer the times where the referees had remained in each motor action. For estimate the energy expenditure during the match the consumption of oxygen was determined by mathematical equations, that is, a doubly indirect method. The consumption of O_2 is a function that depends on the intensity of the physical activity and the dislocated mass. For the analysis of the corporal composition, corporal mass, stature, nine perimeters, nine skinfolds and four bone circumferences were measured. The analysis of the physical aptitude was carried by means of the use of the battery of physical tests of the FIFA. In the days of the matches, the average ambient temperature was of $23,2 \pm 3.1^\circ C$, and the relative humidity of air was $67,3 \pm 18.7\%$. The total loss of corporal water in the first match was of $2,10 \pm 0,57$ liters, what it is equivalent to $2,44 \pm 0.53\%$ of its initial corporal weight. This percentage was significantly reduced by the re-hydration with mineral water and the isotonic solution ($p < 0,05$). The sweat rate observed in the first match ($1,16 \pm 0,34$ L/h) was significantly reduced by the ingestion of a predetermined volume of the isotonic solution ($0,72 \pm 0,39$ L/h). The average energy expenditure of the referees was of $734,7 \pm 65$ kcal for a total distance of $9155,47 \pm 379$ meters covered during the match, not having statistically significant difference between total energy expenditure and distance covered in each stage of the study ($p > 0,05$). The physical activity of this professional during the match can be classified as of moderate intensity, therefore in 67% of the total time the consumption of O_2 is equal or inferior to $13,25$ mL.kg⁻¹.min⁻¹, what it corresponds to 3,8 METs. The data of the present work indicate that the ingestion of predetermined volumes of fluids, in special the isotonic solution, before and during the interval of the match, had been capable to reduce significantly the losses of corporal fluids by the referees. That is, when the referee is re-hydrated with an isotonic solution it strong annuls the possibility of have his performance harmed during the math in result of factors related with the dehydration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Somatocarta dos árbitros envolvidos neste estudo.....	67
Figura 2. Somatocarta dos árbitros do Paraná.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentagem de perda de peso pelos árbitros em cada fase da pesquisa..	43
Gráfico 2. Deslocamento dos árbitros em cada etapa do estudo.....	45
Gráfico 3. Porcentagem de tempo que o árbitro permaneceu em cada ação motora em cada etapa do estudo.....	48
Gráfico 4. Gasto calórico dos árbitros em cada período do jogo nas três etapas deste estudo.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação do risco de doença com base no IMC e circunferência da cintura para homens.....	31
--	-----------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante as partidas.....	42
Tabela 2. Avaliação da desidratação do árbitro em todas as etapas do estudo.....	43
Tabela 3. Tempo gasto em cada ação motora por etapa da pesquisa.....	44
Tabela 4. Distâncias percorridas durante cada etapa da partida.....	46
Tabela 5. Percentagem de tempo que o árbitro permanece em cada atividade motora durante cada etapa da partida.....	49
Tabela 6. Gasto calórico por ação motora dos árbitros na primeira partida (<i>água ad libitum</i>).....	50
Tabela 7. Gasto calórico por ação motora dos árbitros na segunda partida (hidratação com água).....	50
Tabela 8. Gasto calórico por ação motora dos árbitros na terceira partida (hidratação com repositores hidroeletrolíticos).....	51
Tabela 9. Análise da concentração de glicose e lactato no sangue antes e depois da partida.....	51
Tabela 10. Dados morfológicos dos árbitros envolvidos no estudo e de todos os árbitros do Paraná	52
Tabela 11. Resultados dos testes físicos dos árbitros envolvidos no estudo e de todos os outros árbitros do Paraná.....	53

LISTA DE ABREVEATURAS

CBF	Confederação Brasileira de Futebol
FC_{máx.}	freqüência cardíaca máxima
FIFA	Fédération Internationale de Football Association
FPF	Federação Paranaense de Futebol
IMC	índice de massa corporal
LEC	líquido extracelular
Kcal	Quilocalorias
Kg	Quilo
mL	Mililitros
Mg	Miligrama
Min	Minuto
MC	massa corporal
MET	equivalente metabólico
PG	peso gordo
PO	peso ósseo
PR	peso residual
RCQ	Relação cintura quadril
UEFA	Union European Football Association
VO₂	volume de oxigênio consumido
VO₂máx.	consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 O ÁRBITRO DE FUTEBOL.....	14
1.2 PERDA HÍDRICA E REIDRATAÇÃO.....	17
1.2.1 Balanço hídrico.....	17
1.2.2 Formas de permuta de calor no exercício.....	19
1.2.3 Avaliação dos níveis de desidratação no exercício.....	22
1.2.4 Efeitos da desidratação na performance.....	23
1.2.5 Formas de reidratação durante a atividade física.....	24
1.3 Gasto energético.....	27
1.4 Avaliação morfológica.....	30
1.5 Avaliação funcional.....	32
2. OBJETIVOS.....	34
2.1 OBJETIVO GERAL.....	34
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
3. METODOLOGIA.....	35
3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	35
3.2 AVALIAÇÃO DA PERDA HÍDRICA DURANTE A PARTIDA.....	35
3.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO FÍSICO DURANTE O JOGO.....	37
3.4 AVALIAÇÃO DO GASTO ENERGÉTICO.....	37
3.5 AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES SANGÜÍNEAS DE LACTATO E GLICOSE.....	38
3.6 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA.....	38
3.7 AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA.....	40
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41
4. RESULTADOS.....	42
4.1 PERDA HÍDRICA.....	42
4.2 DESEMPENHO FÍSICO DURANTE A PARTIDA.....	44
4.3 GASTO ENERGÉTICO	49
4.4 CONCENTRAÇÕES SANGÜÍNEAS DE LACTATO E GLICOSE.....	51

4.5 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA.....	52
4.6 AVALIAÇÃO FUNCIONAL.....	52
5. DISCUSSÃO.....	54
5.1 PERDA HÍDRICA.....	54
5.2 PERFORMANCE MOTORA DURANTE A PARTIDA.....	57
5.3 GASTO ENERGÉTICO.....	59
5.4 PERFIL DA CONCENTRAÇÃO SANGÜÍNEA DE LACTATO E GLICOSE.	62
5.5 AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA.....	64
5.6 AVALIAÇÃO FUNCIONAL.....	67
6. CONCLUSÃO.....	70
7. BIBLIOGRAFIA.....	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 O árbitro de futebol

O desporto constitui-se num dos fenômenos de maior estridência social nos tempos modernos, mobilizando milhares de pessoas direta e indiretamente, tornando-se um dos mais rentáveis segmentos em termos de *marketing*, propaganda e comercialização. O Brasil, reconhecido globalmente como o país de futebol, naturalmente, encontra nessa modalidade os investimentos de cifras mais elevadas, chegando a ultrapassar outros setores da economia formal, envolvendo no seu desenvolvimento milhares de pessoas, direta e indiretamente.

O futebol, quando praticado profissionalmente, segue regras próprias, pré-estabelecidas, com o objetivo de padronizar ações permissivas e restritivas, de maneira a obter um caráter universal. Naturalmente, essas regras estipuladas atualmente pela Fédération Internationale de Football Association (FIFA, 2007) não são dotadas de auto-aplicabilidade, dependendo de uma pessoa ou de uma figura que faça valer os preceitos normativos estabelecidos, sem o qual as regras seriam tão somente escritas sem valor. A figura responsável por efetivar a aplicação das regras da modalidade é denominada de árbitro. Seu surgimento data de 1868 (CBD, 1978), e seu reconhecimento e importância no Brasil vêm se elevando gradualmente, mediante a promulgação de novos ordenamentos jurídicos, como o Estatuto de Defesa do Torcedor (EDT), de 15 de maio de 2003, e o Código Brasileiro de Justiça Desportiva (CBJD), de dezembro de 2003. As decisões do árbitro não podem ser contestadas e são sem apelo. Isso, de acordo com Ekblom (1994), protege o árbitro e sustenta sua autoridade dentro do campo.

Apesar de sua importância, por muito tempo o árbitro foi considerado uma figura secundária no futebol. Entretanto, nas últimas décadas, a sua função tem recebido destaque por parte da mídia que faz a cobertura de grandes eventos, como as Olimpíadas e a Copa do Mundo. Apesar dessa grande visibilidade, os trabalhos de cunho científico envolvendo árbitros de futebol são muito recentes e escassos, se for tomado como referência os estudos envolvendo jogadores de futebol. Dos poucos trabalhos publicados, a grande maioria está relacionada com a descrição das ações motoras do árbitro durante o jogo, ou seja, a distância percorrida por ele (ASAMI, TOGARI, OHASHI, 1988; CATTERALL *et al.* 1993; JOHNSTON e MCNAUGHTON, 1994; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 1999; D'OTTAVIO e CASTAGNA, 2001 a b; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; REBELO *et al.*, 2002; CASTAGNA, ABT e D'OTTAVIO, 2004; ROMAN *et al.*, 2004).

Para Hollmann e Hettinger (1989), na pesquisa, ensino e prática na área dos esportes, o conhecimento das diferentes formas de solicitação motora é uma condição prévia básica. A descrição das ações motoras vem sendo desenvolvida em inúmeros esportes, sendo mais um componente para garantir a cientificidade do treinamento. A nomenclatura pode variar de autor para autor. Latishevits (1991) chama de descrição das capacidades competitivas. Esta nomenclatura é também adotada por Godik (1996). Já Garcia (1994) prefere chamar de exigências do desenvolvimento do jogo e características do rendimento máximo do jogador. Indiferentes à nomenclatura adotada, todas têm por objetivo descrever como se comporta um atleta durante a competição, ou seja, quais as técnicas mais utilizadas, quanto tempo o atleta fica parado, correndo, saltando. A identificação das ações motoras também é utilizada no momento de selecionar as capacidades físicas a serem trabalhadas no período específico de treinamento.

Segundo Barbanti (1997), “o treinamento específico tem efeito específico sobre o organismo”. O treinamento do esquiador é diferente do ciclista de estrada, que também é diferente do maratonista, mesmo tendo todos a resistência aeróbica como componente necessário à sua *performance*, porque um melhor desempenho é conseguido quando o atleta treina os grupos musculares específicos que participam no desempenho desejado. No caso específico do futebol, todos estes dados são importantes para o treinador planejar as cargas de treinamento, visando uma preparação mais próxima da realidade do jogo (GODIK, 1996). Com o treinamento específico, os sistemas energéticos utilizados durante a competição são predominantemente desenvolvidos (Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 1999).

A descrição das ações motoras foi muito explorada porque fornece uma informação muito importante para o treinamento do árbitro de futebol, que é a determinação do volume da carga de treinamento. Contudo, esta descrição não fornece outra informação importantíssima para a elaboração do programa de treinamento, que é a das exigências fisiológicas da atividade física do árbitro de futebol durante a partida, ou seja, a intensidade, a taxa do esforço cardíaco. O volume e a intensidade são variáveis importantes para a prescrição e controle, de forma precisa, da carga de trabalho, para que se possam obter mudanças significativas nas capacidades físicas do atleta (FORTEZA, 2001). Vários parâmetros têm sido utilizados para a prescrição, controle e determinação da intensidade da atividade física. Entre estes, encontram-se: consumo de oxigênio máximo (VO_2 máx.) concentração do lactato sanguíneo (limiar anaeróbico), frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (GUGLIELMO, 2000). Para Zakharov (1992) a utilização da frequência cardíaca como índice de intensidade é válido mais para atividades aeróbias, e o teste de teor de lactato no sangue um índice mais objetivo para as

atividades anaeróbias. Mas o autor não descarta a utilização da frequência cardíaca como meio de controle da intensidade do exercício, ligando-a a outros índices como: velocidade de deslocamento, duração do trabalho etc.

A mensuração da frequência cardíaca é uma forma indireta para se estimar a intensidade do exercício e da utilização de oxigênio pelo corpo (HOWLEY e FRANKS, 1992). Vários autores encontraram uma alta correlação entre a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio máximo (POLLOCK e WILMORE, 1993; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003; FOSS e KETEVIAN, 2000), cujo erro na avaliação do percentual do VO_2 máx. com base no percentual da $FC_{máx.}$ ou vice-versa, é de aproximadamente $\pm 8\%$. Desta forma, basta monitorar a frequência cardíaca do atleta para poder-se estimar o VO_2 da atividade. Apesar de a frequência cardíaca declinar com a idade, um método indireto para se estimar a intensidade da atividade física consiste na determinação da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx.}$), subtraída de 220, a idade (220-idade). Apesar de este método ser o mais usado e difundido no mundo, Powers e Howley (2006) advertem da possibilidade de erro com desvio padrão da estimativa, igual a ± 11 batimentos/min.

Após se conhecer as ações motoras do árbitro no transcorrer do jogo, os pesquisadores começaram a preocupar-se em determinar as exigências fisiológicas que estas ações impunham ao sistema cardiovascular. Os estudos apontam para uma variação da frequência cardíaca média durante o jogo, de 141 a 165 batimentos/min (CATTERALL *et al.*, 1993; JOHNSTON e MCNAUGHTON, 1994; D'OTTAVIO e CASTAGNA, 2001a; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; REBELO *et al.*, 2002; HELSEN e BULTYNCK, 2004; ROMAN *et al.* 2004; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2005). A partir da frequência cardíaca máxima determinada pela equação 220-idade, alguns autores, como: Catterall *et al.* (1993); Johnston e Mcnaughton (1994); D'Ottavio e Castagna (2001a), Helsen e Bultynck (2004) e Roman *et al.* (2004), afirmam que a atividade física do árbitro durante jogo corresponde a uma intensidade média, que varia de 82 a 95% da $FC_{máx.}$ Contudo, outros autores determinaram a $FC_{máx.}$ do árbitro aplicando testes de VO_2 , realizados em campo e laboratório. A $FC_{máx.}$ analisada durante o jogo correspondeu de 70 a 85% da $FC_{máx.}$ obtida durante os testes de VO_2 (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2007; WESTON *et al.*, 2006). Baseando-se nos estudos que descreviam as ações motoras e a frequência cardíaca dos árbitros no transcorrer do jogo, começaram recentemente a ser desenvolvidas pesquisas sobre como preparar os árbitros fisicamente para suportar as exigências fisiológicas a que são submetidos durante o jogo. Os trabalhos publicados por Krustруп e Bangsbo (2001); Rebelo *et al.* (2002); Da Silva (2005a); Weston *et*

al. (2006), buscam preparar o árbitro, principalmente, para as ações motoras anaeróbicas, pois, de acordo com estes autores, são as ações que propiciam ao árbitro estar mais próximo da jogada no momento de intervir nela.

1.2 Perda hídrica e reidratação

Um estado nutricional adequado é fundamental para uma *performance* física ótima (GERALDES, 1993). Desta forma, os estudos direcionados à avaliação da perda hídrica durante a prática desportiva adquirem grande importância. Em 1996, Wolinsky e Hickson afirmaram que a deficiência nutricional mais importante associada à injúria atlética é a hídrica, devido à desidratação causar alterações da função cognitiva.

Mas, por que será que a água é tão importante para o corpo humano? A porcentagem de água no organismo dos seres humanos adultos representa em torno de 60% do peso corporal, sendo que, em crianças e adolescentes, esta porcentagem é ainda maior. À medida que se vai envelhecendo, ocorre uma redução na proporção de água no organismo (ASTRAND e RODAHL, 1980). No corpo humano encontra-se água basicamente em dois compartimentos: o intracelular e o extracelular (GUYTON, ARTUR e HALL, 2006). Cerca de 60% do volume total de água se encontra no meio intracelular, sendo que o restante, 40%, constitui o líquido extracelular (LEC). O LEC consiste numa fração que banha as células, o líquido intersticial, e em outra, em constante movimento, o plasma sanguíneo.

1.2.1 Balanço hídrico

A quantidade de água no corpo de um indivíduo se mantém relativamente estável ao longo do tempo. Isto ocorre porque todos os dias se repõem a água que é eliminada do organismo, existindo, desta forma, um balanço entre os aportes e as perdas desta substância. A reposição hídrica da perda diária é obtida, basicamente, de três formas: através dos líquidos ingeridos, da água contida nos alimentos e da água gerada durante o metabolismo (MCARDLE e KATCH, 1984). Sem dúvida, a ingestão de líquidos é a melhor forma de se repor sua perda diária, atingindo um patamar médio de 1.200 mL diários (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Segundo Katch e Mcardle (1996), a reposição de água através dos alimentos é, em média, de 1.000 mL diários. Cada alimento apresenta diferente concentração de água em sua composição. Os legumes, frutas e verduras, apresentam, geralmente, alto teor de água, enquanto que carnes, margarina, frutas secas e bolachas apresentam uma

oferta menor de água ao organismo. Através da oxidação dos nutrientes, o organismo consegue produzir, em média, 300 mL de água metabólica (WOLINSKY e HICKSON, 1996). De acordo com Katch e Mcardle (1996), esta água metabólica corresponde a 25% das necessidades diárias de um indivíduo sedentário, entretanto, a quantidade de água gerada pela via metabólica varia de acordo com o substrato que está sendo utilizado para a produção de energia. Por exemplo, durante a oxidação de 1 g de proteína, a quantidade de água liberada é de 0,41 mL, sendo que esta proporção, em relação ao metabolismo da gordura, é de 1,07 mL de água por grama de gordura (LLOYD, MCDOLNARD, CRAMPTON, 1982; OLIVEIRA e MARCHINI, 1998).

Após esta breve discussão das várias formas de aporte de fluidos para o organismo, se discutirá na seqüência as diversas vias de perda. Primeiramente, descrever-se-á a perda hídrica de um indivíduo normal, numa condição sedentária, e, posteriormente, ir-se-á discutir a perda hídrica em condição de exercício.

A excreção diária de água do organismo ocorre por quatro vias: eliminação de água pelos rins, pelas fezes, pela pele e pelos pulmões (WOLINSKY e HECHSON, 1996). O volume de água eliminado pela urina, normalmente, oscila de 1.000 a 1.500 mL por dia e pode variar de 0,5 L/dia, caso uma pessoa esteja desidratada, até 20 L/dia, em um indivíduo que esteja bebendo enormes quantidades de água (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003; GUYTON, ARTUR e HALL, 2006). Outra forma de se perder água é através da pele, num mecanismo denominado de perspiração insensível (WOLINSKY e HICKSON, 1996). Em condições normais, de 500 a 700 mL de água são eliminados por esta via. Já a perda insensível de água pelo trato respiratório é, em média, de 300 a 400 mL/dia. Este valor pode variar para mais ou para menos, dependendo da umidade relativa do ar (OLIVEIRA e MARCHINI, 1998; GUYTON, ARTUR e HALL, 2006). Por último, através das fezes, o indivíduo elimina em média 100 mL de água. O volume de água eliminado pelas fezes pode aumentar em condições anormais, tipo diarreias. Nessa situação uma pessoa pode perder de 1.500 a 5.000 mL/dia de água (MCARDLE e KATCH, 1984).

Durante a atividade física, principalmente de resistência, verifica-se uma redução significativa do volume de água do corpo. Esta perda se dá pelos mesmos mecanismos descritos anteriormente, por exemplo: uma pessoa que está trabalhando, executando pequenos esforços, perde, em média, pela pele, de 500 a 700 mL de água pelo suor. Durante a atividade física ela pode chegar a perder 5.000 mL, mas isto, de maneira nenhuma, reflete a capacidade de produção de suor que o corpo possui, pois de 8 a 12 litros de suor, numa proporção de 2 litros por hora, pode ser produzido durante um exercício de longa

duração (KATCH e MCARDLE, 1996). Já a perda hídrica através das vias respiratórias pode passar de 300 a 400 mL para 700 mL (KATCH e MCARDLE, 1996). Para Wolinsky e Hickson (1996), Astrand e Rodahl (1980), a perda hídrica do corpo através da via respiratória pode ser contrabalançada pela água metabólica que é produzida durante a produção de energia pelo organismo, bem como pela água que é liberada pelo glicogênio durante a glicogenólise. Wolinsky e Hickson (1996) concluem que, se um indivíduo está se exercitando com um gasto calórico de 15 kcal/min, ele irá produzir aproximadamente 100 g/h de água, sendo que, da liberação do glicogênio, podem ser obtidos, aproximadamente, 500 g de água/hora, com os mesmos 15 kcal/min. Isto quer dizer que, durante uma hora de exercício, o indivíduo “adicionou” 600 g de água, sem ter ingerido nenhum líquido.

1.2.2 Formas de permuta de calor no exercício

Em condição de exercício, o indivíduo perde muito mais fluído do corpo. Isto se deve, principalmente, ao aumento da temperatura corporal. Afirma Clark (1998) que, durante o exercício intenso, os músculos podem gerar 20 vezes mais calor do que quando o indivíduo está em repouso. Entre 75 e 80 por cento da energia produzida pelo organismo é convertida em calor, e apenas 20 a 25 por cento é utilizada pelos músculos para produzir energia mecânica (ASTRAND e RODAHL, 1980; MOREIRA e BITTENCOURT, 1985; WOOTTON, 1990). O calor produzido durante a atividade física tem que ser dissipado pelo corpo para que não ocorra um superaquecimento. O corpo permuta o calor com o meio ambiente por meio de mecanismos de convecção, condução, radiação e evaporação (POLLOCK e WILMORE, 1993; RICHÉ, 1997). Foss e Keteyian (2000) definem a convecção como sendo a transferência de calor de um lugar para o outro através do movimento de uma substância aquecida. Segundo Fox, Bowers e Foss (1991), “condução é a transferência de calor entre dois objetos com temperaturas diferentes e que estão em contato direto um com o outro”. Já radiação é a forma de transferência de calor gerado pelo nosso corpo na forma de ondas eletromagnéticas que se processa através do ar para os objetos sólidos mais frios existentes no meio ambiente (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

O corpo humano é capaz de tolerar temperaturas de meio ambiente que variam entre -70°C e 100°C , por períodos curtos e sob determinadas condições (HOLLMANN e HETTINGER, 1989), porém um indivíduo só consegue tolerar uma variação de aproximadamente 4°C na temperatura corporal interna, sem que ocorra deterioração da capacidade ótima de trabalho físico e mental (ASTRAND e RODAHL, 1980). Quando um indivíduo não está apresentando hipotermia ou

hipertermia, a temperatura corporal permanece praticamente constante, sendo comum apresentar uma pequena variação de 0,6° C, oscilando entre 36,7° C e 37° C (GUYTON, ARTUR e HALL, 2006). A temperatura cutânea apresenta uma variação maior em relação à temperatura interna do corpo, porque sofre grande influência do meio ambiente. Isto ocorre pela grande capacidade da pele de eliminar e adquirir calor. O fluxo de sangue da pele, sob influência da temperatura atmosférica, pode elevar-se seis a sete vezes e alcançar de 2,0 a 2,5 L/m²/minuto, com uma temperatura de 40 a 50° C (De VRIES e HOUSH, 1994). Um aumento da circulação cutânea desta magnitude exige um aumento do débito cardíaco, a fim de manter normal a pressão arterial. Tem sido determinado de forma experimental que uma redução de 1% no peso corporal de um indivíduo, praticando uma atividade física num ambiente quente, provoca um aumento linear da temperatura interna de, em média, 0,15° C (GREENLEAF e CASTLE, 1971; SAWKA *et al.*, 1985). A alteração maior na volemia durante o exercício físico está relacionada com o aumento da sudorese para a regulação da temperatura corporal. Quando o volume do fluido corpóreo diminui significativamente, instala-se no organismo um conflito fisiológico, pois o corpo se depara com duas demandas competitivas, isto é, os músculos ativos necessitam de oxigênio para a produção de energia, bem como o calor terá que ser transportado pelo sangue para a periferia. Conseqüentemente, observa-se uma redução na oferta de oxigênio para os músculos ativos (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Moreira e Bittencourt (1985) afirmam que, quando a perda no volume plasmático atinge valores significativos, o organismo tem que optar por aumentar a produção de suor para evitar o superaquecimento ou parar de suar para evitar a desidratação. Como o caminho escolhido pelo organismo é sempre o de parar de suar, se o indivíduo não parar de se exercitar, sua temperatura interna pode atingir, em um curto espaço de tempo, 41° C, considerado um estado que requer internação.

O sistema circulatório cumpre um papel fundamental no processo de remoção do calor do meio interno, pelo fato de o sangue ser um excelente condutor de calor (MOREIRA e BITTENCOURT, 1985). O sangue é um elemento de comunicação entre o meio interno e a pele. No interior corporal, o sangue é aquecido, na superfície corporal ele se resfria. Neste caso, a pele atua, de certa maneira, como um refrigerador do meio interno (HOLLMANN e HETTINGER 1989). O sangue é muito eficaz no transporte do calor pelo corpo, porque possui uma alta capacidade térmica (0,9), o que significa que o sangue pode transportar uma grande quantidade de calor com um aumento apenas moderado na temperatura corporal (ASTRAND e RODAHL, 1980).

Conforme a temperatura aumenta em consequência do aumento da intensidade do exercício, o calor do corpo passa a não ser removido rapidamente o suficiente, via convecção e radiação (POLLOCK e WILMORE, 1993; RICHE, 1997). Segundo estes autores, a remoção do calor que potencialmente pode manter um equilíbrio entre a produção e a dissipação do calor só é obtida através do mecanismo de evaporação do suor. A água que se perde através da pele sob a forma de suor é produzida pelas glândulas sudoríparas. Estima-se que existam de 2 a 4 milhões de glândulas sudoríparas na superfície do corpo humano (KATCH e MCARDLE, 1996). A produção do suor pelas glândulas sudoríparas ocorre a partir do plasma (WOOTTON, 1990; RICHE, 1997). A concentração de eletrólitos e a quantidade de água eliminada pelas glândulas sudoríparas variam de acordo com a estimulação que estas recebem através das vias autonômicas do sistema simpático. O sistema simpático por sua vez é estimulado pelo hipotálamo que, através da área pré-óptica, detecta alterações na temperatura corporal (GUYTON, ARTUR e HALL, 2006). O suor é uma solução hipotônica em relação ao sangue, apresentando uma concentração de 0,2 a 0,4% de NaCl, mas nas sudoreses excessivas a reabsorção do sódio e cloreto fica comprometida e a concentração destes íons no suor pode ser igual à do plasma (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003; OLIVEIRA e MARCHINI, 1998). Segundo Fox, Bowers e Foss (1991), a velocidade da sudorese também sofre influências de fatores como: intensidade da atividade física, condições ambientais, a aptidão física do indivíduo, nível de aclimatação do atleta, tipo e quantidade de vestuário utilizada durante a prática desportiva.

Graças aos mecanismos de dissipação de calor que o corpo possui, é que o indivíduo consegue executar exercícios físicos sem que ocorra uma hipertermia após a prática de algumas horas de atividades físicas. Fox, Bowers e Foss (1991), afirmam que, se o corpo não possuísse nenhum meio para dissipar o calor, uma pessoa aumentaria de 0,5 a 0,6° C a cada hora, em questão de poucas horas alcançaria uma temperatura corporal que não seria mais compatível com a vida, nem mesmo em repouso. Já Mcardle, Katch, Katch (2003), descrevem que, durante uma prática desportiva intensa e de longa duração, a taxa metabólica aumenta 20 a 25 vezes acima do nível basal, o que, teoricamente, pode elevar a temperatura central em cerca de 1° C a cada cinco minutos. Entretanto, durante a atividade física há um aumento da temperatura corporal, mesmo que todos os sistemas de dissipação de calor estejam funcionando normalmente, podendo alcançar em situações de temperatura ambiental elevada, um valor de 40,5° C (GOETGHEBUER, 1994). Uma temperatura corporal maior que 41° C danifica as células e, aos 42° C, ocorre a coagulação das proteínas celulares, levando as células à morte (ASTRAND e RODAHL, 1980; HOLLMANN e HETTINGER, 1989; CLARK, 1998).

1.2.3 Avaliação dos níveis de desidratação no exercício

O exercício físico provoca um aumento na sudorese e uma diminuição da volemia que, dependendo da sua intensidade, determina uma queda na *performance* do atleta (WOOTTON, 1990; NETO, 1994; EISSMANN, 1996; RICHÉ, 1997; FOSS e KETEVIAN, 2000). O percentual de líquido corpóreo perdido pode ser estimado através da porcentagem de peso que o atleta perde durante a prática desportiva. Segundo Clark, (1990) e Williams, (2002), o peso que se perde durante o exercício é essencialmente o da água perdida através dos mecanismos da transpiração. Portanto, 1 litro de suor equivaleria a 1 quilograma de massa corporal perdida durante o exercício. Para Eissmann (1996), em média, 85% do peso perdido durante a atividade física é na forma de líquido.

Uma forma indireta de se verificar a perda hídrica do organismo, durante a atividade física, é mediante a pesagem do atleta imediatamente antes e após o exercício (WEINECK, 1991; RICHÉ, 1997; CLARK, 1998). Vários estudos têm validado a utilização deste método para avaliar a desidratação no atleta (FOX, BOWERS e FOSS, 1991). Outra forma de se mensurar a perda hídrica durante a atividade física é registrar a perda de peso do atleta e realizar uma correção pela ingestão de fluidos e a diurese (WILLIAMS, 2002).

Outros métodos utilizados para se estimar a perda hídrica são através da mensuração das variações no volume plasmático. Isto pode ser determinado pelo conteúdo total de proteínas no plasma (EISEMAN, MACKENZIE e PETERS, 1936), por azul de Evans (ADOLPH, 1947; O'BRIEN, IBBOTT, RODGERSON, 1968), por albumina marcada (LANGAN, SCHEFFEL, McINTYRE, 1989), pelos valores do hematócrito (VAN BEAUMONT, 1972), e pela combinação dos valores de hemoglobina e hematócrito (STRAUSS *et al.*, 1951; DILL e COSTILL, 1974). Os métodos que utilizam os parâmetros hematológicos permitem avaliar, de forma rápida e econômica, as variações no volume plasmático e têm sido utilizados, freqüentemente, durante o exercício. Recentemente, foi desenvolvido novo método para avaliação do volume dos compartimentos corporais, a Impedância Bioelétrica. Esta técnica permite analisar o campo elétrico produzido pelos componentes sangüíneos ao circular pelos diversos ramos arteriais e venosos (SICONOLFI *et al.*, 1996 e KOULMANN *et al.*, 2000).

Estas diferentes abordagens metodológicas têm sido utilizadas em atletas praticantes dos mais diferentes esportes, tais como: maratonistas (KOLKA, STEPHENSON, WILKERSON, 1982; KRAEMER e BROWN, 1986; SCHMIDT *et al.*, 1989; ROCKER *et al.*, 1989; PASTENE *et al.*, 1996),

ciclistas (PIVARNIK *et al.*, 1988; STEPHENSON e KOLKA, 1988; MAW, MACKENZIE, TAYLOR, 1998), e triatlon (ROGERS *et al.*, 1986; McNAUGHTON, 1989). Em jogadores de futebol foram realizados vários estudos que encontraram valores de desidratação significativamente diferentes. O estudo de Kirkendall (1993) encontrou perda de volume na ordem de 1,7% da massa corporal; Shepard e Leatt (1987) observaram diminuição de 2,8% e Mustafa e Mahmoud (1979), 3,1%. As diferenças encontradas entre os estudos poderiam estar relacionadas às diferentes condições de temperatura ambiental em que foram realizados os estudos, por exemplo: o trabalho de Kirkendall (1993) foi realizado a 19° C e o de Mustafa e Mahmoud (1979) a 33° C. Sabe-se que, quanto maior a temperatura ambiente, maior será a desidratação (MAUGHAN e LEIPER 1994).

1.2.4 Efeitos da desidratação na performance

Uma redução, ainda que pequena, no conteúdo de água de um indivíduo, determina queda na sua *performance* física. A perda de fluidos pela sudorese e a evaporação são acompanhadas de diminuição no volume plasmático, queda na pressão arterial, que determinam redução no fluxo de sangue para os músculos e a pele. A menor circulação de sangue na pele provoca dificuldades na dissipação de calor e elevação da temperatura corporal, determinada pela retenção de calor. Sem adequada reposição de fluidos, o sujeito apresenta diminuição na tolerância ao exercício (WILMORE e COSTILL, 2001). De acordo com diversas pesquisas, a cada porcentagem de líquido corporal perdido durante a atividade física, o atleta vai apresentando graus diferentes de distúrbios fisiológicos, que podem levar o atleta ao óbito. Segundo Eissmann (1996), com uma perda líquida de 1%, o atleta apresenta apenas uma sensação de sede, mas não ocorre queda no rendimento físico e mental. Já Clark (1998) e Mcardle, Katch, Katch (2003), descrevem que, com 1%, o atleta apresenta um aumento significativo na temperatura corporal, quando comparado a uma pessoa hidratada. Quando uma pessoa atinge uma perda líquida de 2%, ela ainda obtém um rendimento total, mas com o máximo de esforço (EISSMANN, 1996). Outros autores afirmam que, com uma perda de 2% de água e minerais, a *performance* do atleta já apresenta uma queda (WEINECK, 1991; BARR, 1999). Em Adição, de acordo com Shepard (1999), uma desidratação de 2% já seria suficiente para interferir na performance e na função cognitivas do atleta. Para Clark (1998), uma perda líquida de 3% prejudica o desempenho físico e, para Eissmann (1996), esta perda pode acarretar um declínio de 5% no rendimento físico. Perdas da ordem de 5% determinam alterações, como câibras de calor, náuseas, pele fria e úmida e

aumento na pulsação (CLARK, 1998), acompanhados de uma redução de 20 a 30% na capacidade de realizar esforços aeróbicos prolongados (SALTIN e COSTILL, 1988; BARR, 1999; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Por outro lado, estudos de Eissmann (1996) observaram uma queda na *performance* de somente 10% para uma perda hídrica de 4%, de 15% para uma perda de 5%, e de 20% para 6% de desidratação. Quando o atleta apresenta um percentual de desidratação de 6 a 10%, ele desenvolve fadiga, problemas gastrintestinais, vertigem, enxaqueca, fraqueza, irritabilidade e agressividade (HOLLMANN e HETTINGER, 1989). Uma desidratação de mais de 10% leva o indivíduo a ter síncope, alucinações, caminhar instável, falta de sudorese, desorientação, sonolência, anúria e alta da temperatura corporal (EISSMANN, 1996, CLARK, 1998). De acordo com Wolinsky e Hickson (1996), uma perda de 10% pode levar a acidente vascular cerebral, devido ao calor, e a óbito. Uma desidratação de mais de 10% é crítica para a vida, e a partir de 12% a pessoa teria dificuldade para engolir e, entre 15 e 20%, dependendo da velocidade da perda hídrica e das condições ambientais, o indivíduo pode chegar a óbito (BERGHOLD *et al.*, citado por WEINECK, 1991).

Nem todos os estudos encontraram transtornos na *performance* física de um atleta frente a desidratações moderadas, menores que 5% (BARR, 1999). Um fator chave para explicar estas diferenças entre os estudos parece ser a temperatura ambiente. Desidratações que são bem toleradas a temperaturas moderadas (20° C), podem afetar o rendimento do atleta a temperaturas elevadas (>30°C). Gonzalez-Alonso *et al.* (1997) estudaram este tema, utilizando ciclistas treinados para corrida de estrada, expostos as várias combinações de desidratação e temperatura. Eles mostraram que, tanto a hipertermia (aumento de 1° C na temperatura do esôfago) quanto as desidratações correspondentes a 4% da massa corpórea, de forma independente, reduziam o débito sistólico em, aproximadamente, 7 a 8%, e incrementavam a frequência cardíaca, ao redor de 5%, resultando em alteração não significativa do débito cardíaco. Quando ambos os fatores foram combinados no mesmo indivíduo, observou-se queda significativa de 13% do débito cardíaco e da pressão arterial média.

1.2.5 Formas de reidratação durante a atividade física

Tendo em vista as conseqüências da desidratação durante a prática esportiva, já descritas, foi estabelecido que uma forma de prevenir ou minimizar o impacto desta sobre o organismo seria hidratar o atleta antes, durante e depois do treinamento ou da competição (MCARDLE e KATCH, 1984;

WOOTTON, 1990; NETO, 1994; CLARK, 1998; GALLOWAY, 1999; MAUGHAN, SHIRREFFS, LEIPER, 2003). A quantidade de líquido a ser oferecido antes e durante o exercício deve levar em consideração a velocidade do esvaziamento gástrico, isto porque nenhuma absorção de líquido ocorre no estômago (COSTILL e SALTIN, 1974; WOOTTON, 1990). Costill (1977) afirma que a taxa máxima de absorção de água, em circunstâncias ideais, deve ser de pouco menos de 1 L/h, ou seja, durante um exercício extenuante essa taxa deve diminuir. Segundo Clark (1998), o Dr. Larry Armstrong, fisiologista do exercício na Universidade de Connecticut, em uma comunicação pessoal, em 1996, disse que a água pode ir do estômago à pele em apenas 9 a 18 minutos depois de ingerida.

De acordo com a literatura científica, o volume de água a ser oferecida ao atleta, 10 a 20 minutos antes da atividade física, seria algo que varia entre 250 a 600 mL (MCARDLE e KATCH, 1984; CLARK, 1998). A natureza exponencial da curva de esvaziamento gástrico indica a importância crucial do volume do conteúdo do estômago em controlar a taxa de esvaziamento. À medida que o líquido é esvaziado e o volume de líquido no estômago cai, então a velocidade de esvaziamento é diminuída. Contudo, este volume não deve ser superior a 600 mL (KATCH e MCARDLE, 1996; RICHER, 1997), sendo que, durante a prática desportiva, entre períodos de intervalos de 10 a 20 minutos seriam oferecidos, em média, 200-300 mL, o que é compatível com a velocidade de absorção de água no intestino delgado (MCARDLE e KATCH, 1984; NETO, 1994; CLARK, 1998; WEINECK, 1991). A taxa do esvaziamento gástrico para a água é mais rápida (40 mL/min) em relação às soluções isotônicas (30 mL/min) (REHRER *et al.*, 1989; DUCHMAN *et al.*, 1990).

Outro fator que interfere no esvaziamento gástrico é a temperatura do líquido ingerido. Os estudos apontam que líquidos frios, com temperatura que variam entre 4 e 10° C, aceleram o esvaziamento gástrico (RITSCHER e ERNI, 1977; WOOTTON, 1990; KATCH e MCARDLE, 1996; MAUGHAN, SHIRREFFS, LEIPER, 2003). Ingerir bebida gelada em dias quentes, além de ajudar no resfriamento do corpo, torna a palatabilidade das bebidas contendo carboidratos e eletrólitos, melhor (CLARK, 1998). Contudo, estudos com diferentes líquidos mostram que a ingestão voluntária de líquido é máxima quando os líquidos estão a temperaturas entre 15 e 20° C (BOULZE, MONTASTRUC e CABANAC, 1983; SZLYK *et al.*, 1989).

Do exposto nesta seção 1.2, pode-se concluir que uma correta avaliação da perda hídrica do atleta durante o exercício físico é de fundamental importância para o planejamento das medidas de reposição de água e eletrólitos, a fim de evitar uma queda na *performance* física e mental. Devido ao

fato de o futebol ser esporte com duração de 90 minutos, com ações motoras que utilizam energia oriunda dos sistemas aeróbico e anaeróbico, geralmente ocorrem problemas associados à termorregulação e ao balanço hídrico (MAUGHAN e LEIPER, 1994).

Um trabalho de revisão bibliográfica, publicado em 2006, no *Journal of Sports Sciences*, envolvendo árbitros de futebol só reporta um trabalho sobre a perda hídrica durante jogos oficiais (REILLY e GREGSON, 2006). Neste trabalho foi determinado o percentual da perda hídrica e o percentual de redução do volume plasmático do árbitro e do árbitro-assistente durante os jogos oficiais do Campeonato Paranaense (Da SILVA e FERNÁNDEZ, 2003). Os árbitros apresentaram uma desidratação durante a partida, que equivaleu a 2,05% do seu peso corporal, sendo observada uma redução média do volume plasmático na ordem de 5,2%. Portanto, foi possível prever que uma desidratação de 1% nos árbitros determina uma redução no volume plasmático de aproximadamente 2,6%, o que coincide com o estudo de Costill, Cote e Fink (1976), que encontrou uma redução de 2,4% no volume plasmático para cada 1% de redução no peso corporal. Foi possível concluir, ainda, neste estudo, que a ingestão espontânea de água realizada pelo árbitro durante o intervalo só repõe 24% da água perdida pelo organismo durante a partida.

Apesar de não constar na literatura científica internacional, nosso grupo de pesquisa, em parceria com outros pesquisadores, publicou no Brasil outro trabalho referente à perda hídrica do árbitro durante a partida (ROMAN *et al.*, 2004). Esse trabalho foi desenvolvido também na cidade de Curitiba, durante a realização do Campeonato Paranaense de 1998. A temperatura ambiente neste jogo foi de 20,2° C, e a umidade relativa do ar de 68,1%. A perda hídrica estimada do árbitro foi de 2,16%, equivalente ao estudo comentado anteriormente. Nesse trabalho, também foi observado que a ingestão espontânea não repõe a perda hídrica do árbitro durante a partida, sendo o déficit de quase 80%. Apesar da perda de fluido corporal, não foi observada alteração na pressão arterial sistólica ou diastólica, tampouco na temperatura corporal. Portanto, em nenhum desses trabalhos que avaliaram a perda hídrica do árbitro no transcorrer da partida, verificou-se uma forma de reposição hídrica e se esta interfere na *performance* física do árbitro durante a partida.

1.3 Gasto energético

A necessidade energética de um indivíduo varia segundo a idade, o sexo e as atividades físicas que desenvolve durante o dia. Indivíduos do sexo masculino, considerados fisicamente normais, apresentam demanda energética média de 2.900 kcal/dia (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989; POWERS e HOWLEY, 2006). Contudo, indivíduos considerados atletas, podem apresentar demanda energética superior a 7.000 kcal/dia. A diferença na demanda energética é devida ao elevado gasto calórico durante o treinamento de modalidades esportivas. O gasto energético provocado pelo treinamento é uma função que depende da quantidade e da intensidade com que são realizados os movimentos (ACSM, 1980; FOX, BOWERS e FOSS, 1991; ACSM, 1999; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Independentemente de uma adequada proporção entre carboidratos, gorduras e proteínas, a ingestão calórica superior à demanda implica num excesso energético que pode levar ao sobrepeso e à obesidade, com prejuízo na *performance* dos indivíduos. Por outro lado, quantidades insuficientes de calorias podem provocar deficiências na *performance*. A nutrição adequada também pode otimizar os depósitos de energia para a competição, o que pode ser a diferença entre ganhar e perder (FOX, BOWERS e FOSS, 1991; WOLINSKY e HICKSON, 1996; THOMAS, 2000; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Vargas (2000) comenta que “A alimentação equilibrada e completa é fundamental para a saúde e o alto desempenho no esporte”. Só através do fornecimento de todos os nutrientes para o nosso organismo é que se pode alcançar o máximo de seu funcionamento. Amarante (2000) afirma que uma dieta adequada é essencial para a saúde geral das pessoas, mas, sobretudo, para os atletas, pois eles apresentam um importante desgaste físico e mental durante as sessões de treinamento e competições. Quando os nutrientes são ingeridos em quantidades ótimas, a saúde, o bem-estar e o desempenho dos indivíduos são maximizados. A determinação da quantidade e da qualidade dos nutrientes tem sido objeto de estudos durante décadas e algumas recomendações podem ser realizadas. Um exemplo disto é a RID (Recomendação de Ingestão Diária).

Devido ao grande número de modalidades desportivas, às características de cada pessoa e ao meio que as rodeia, torna-se difícil determinar, com exatidão, o consumo energético e as necessidades nutricionais de cada atleta (MOREIRA, 2000). São muitos os fatores que determinam a necessidade energética diária. A alimentação diária de uma pessoa ou grupo de pessoas sofre a influência de fatores econômicos, sociais, psicológicos e culturais, que devem ser considerados no momento da formulação de uma dieta (GOMES, 1988; WEINECK, 1991). Por exemplo, atividades consideradas

predominantemente de longa duração, como a maratona, e aquelas com intensidade relativamente alta, beneficiam-se de dietas hiperglicídicas, enquanto que atividades de alta intensidade e curta duração podem ser mantidas com dietas consideradas normais (60% de carboidratos, 15% de proteínas e 25% de gorduras). No caso de modalidades específicas, podem ser necessárias dietas com maior proporção de proteínas (McARDLE, KATCH, KATCH, 2003). Outro ponto que deve ser levado em consideração é o sexo do atleta, isto porque a mulher utiliza em média 10% menos energia que o homem, devido ao menor metabolismo basal e menor utilização de energia para a regulação do calor (WEINECK, 1991).

A alimentação adequada é fundamental para o aumento da *performance* dos atletas, já que cada esporte possui características específicas e seus praticantes têm uma necessidade alimentar também específica. Uma alimentação que auxilia o atleta a aumentar sua *performance* pode ser definida, segundo Katck e Mcardle (1990), “como aquela em que o suprimento de nutrientes requeridos é adequado à manutenção, crescimento e reparo dos tecidos”. Um indivíduo que não possui uma alimentação bem orientada terá dificuldade em extrair toda a capacidade física de seu corpo, tendo em vista que não possui os nutrientes necessários para desenvolver todo o seu potencial, já que suas necessidades fisiológicas não foram devidamente supridas (KAMEL e KAMEL, 1998). Uma pessoa sem uma dieta equilibrada talvez não possua condições energéticas para entrar num programa de atividade física regular (COOPER, 1982). Uma alimentação inadequada pode suprir as necessidades calóricas diárias sem contribuir para a *performance* do indivíduo, uma vez que é necessário que a mesma tenha uma composição qualitativa ideal, além de um suprimento quantitativo adequado (KAMEL e KAMEL, 1998; WEINECK, 1991). O aumento do desempenho físico através da nutrição é conseguido devido ao fato de que os nutrientes ingeridos são utilizados em diversas reações químicas de vital importância para o organismo, tais como: manutenção e reparo dos tecidos, regulação de várias reações químicas nas células, fornecimento de energia para o trabalho biológico, condução e transmissão de impulsos neurais, secreção glandular e síntese de diversos componentes que fazem parte das estruturas corporais, além do crescimento e da reprodução. Uma alimentação bem orientada fornece tanto o combustível para o trabalho biológico, quanto as substâncias químicas para retirar e utilizar a energia potencial contida nos nutrientes (FOX, BOWERS, FOSS, 1991; McARDLE, KATCH, KATCH, 2003).

Para a elaboração de uma dieta visando repor o gasto energético do atleta durante o treinamento ou a competição, o primeiro passo é a mensuração do gasto energético durante estas atividades. Uma forma de determinar o gasto calórico de um atleta é estudando a demanda de VO_2 (consumo máximo

de oxigênio) durante a competição (CLARK, 1994). Esta determinação da VO_2 durante a competição permite estimar o gasto energético do atleta com razoável precisão já que, em média, são produzidos 5 kcal para cada litro de oxigênio consumido (COAST e WELCH, 1985; DANIELS, 1985; DANIELS e DANIELS, 1992). Na literatura científica encontramos inúmeros trabalhos investigando o VO_2 de jogadores de futebol (BANGSBO, NORREGAARD, THORSOE, 1991; BANGSBO e LINDOVIST, 1992; EKBLUM, 1993; TUMILTY, 1993). A demanda energética de um jogador de futebol é superior a 4.000 kcal/dia (CLARK, 1994). Nosso grupo estimou o gasto energético do árbitro de futebol no transcorrer do jogo. Para tanto, determinou-se o VO_2 para cada ação motora do árbitro no transcorrer da partida e foi concluído que os árbitros de futebol consomem em média 740,42 kcal durante a partida (Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2001).

Outra forma de estimar o gasto energético de uma atividade física consiste em relatar o esforço do exercício em termos de um MET (Metabolic Equivalent) (ACSM, 1995). Um MET representa o VO_2 de repouso e é definido como o dispêndio energético (VO_2) enunciado como um $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ ou l/min em condições de repouso (AINSWORTH *et al.*, 1993). Para um adulto, 1 MET é de aproximadamente 3,5 mL de O_2 consumido, por quilograma de peso corporal, por minuto (1 MET = $3,5 mL.kg^{-1}.min^{-1}$). Portanto, o gasto energético de uma atividade física pode ser expresso em múltiplos de VO_2 de repouso, o que simplifica a mensuração da necessidade energética durante o exercício. Pesquisadores que estudam o consumo de oxigênio durante a prática de atividades físicas afirmam ser possível estimar o gasto energético da atividade física com razoável precisão (HOPKINS e POWERS, 1982; COAST e WELCH, 1985; DANIELS, 1985; DANIELS e DANIELS, 1992).

A intensidade da atividade física do árbitro de futebol, até o momento, foi determinada somente pela frequência cardíaca. Esses estudos encontraram que a arbitragem é um modo de exercício relacionado, principalmente, com as vias aeróbicas (CATTERALL *et al.*, 1993; JOHNSTON e MCNAUGHTON, 1994; D'OTTAVIO e CASTAGNA, 2001a; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2005). Entretanto, não foram encontrados na literatura trabalhos determinando o gasto calórico e a intensidade da atividade física do árbitro em METs. Portanto, um estudo desta natureza fornecerá informações indispensáveis para que se possa desenvolver um programa nutricional específico para repor a demanda energética do árbitro de futebol no transcorrer de uma partida, prevenindo, desta forma, que uma alimentação inadequada seja a causa da queda na capacidade física do árbitro durante o jogo.

1.4 Avaliação morfológica

De acordo com Cuchiari (2000), para estabelecer programas específicos de treinamento é necessário, entre outras coisas, conhecer o perfil antropométrico do atleta para saber se este está além ou aquém do perfil adequado para a função, além das exigências físicas da atividade. Sabe-se, ainda, que quantidades elevadas de gordura corporal prejudicam o desempenho dos indivíduos, além de constituírem fator de risco para diversas doenças. Portanto, é fundamental o controle adequado da adiposidade corporal.

O termo cineantropometria foi definido por Ross *et al.* (1972) e tem por objetivo estudar a composição corporal. A unificação das normas para coleta das medidas antropométricas em nível mundial ocorreu durante os jogos Olímpicos de Montreal, em 1976 (ROSS, De ROSE, WARD, 1988). O corpo humano apresenta vários tipos de medidas, tais como as medidas lineares, que são representadas pelos comprimentos, as medidas de área, como a superfície corporal e as medidas de volume, como as capacidades pulmonares. Há uma proporcionalidade entre as várias medidas corporais que se modificam, dependendo do estado de crescimento, desenvolvimento e gênero. Contudo, combinações de medidas, como peso e estatura, apresentam intervalo de variação, que permite verificar o estado de desnutrição, normalidade, sobrepeso ou obesidade de um indivíduo (De ROSE, PIGATTO, De ROSE, 1984; RICARDO e ARAÚJO, 2002).

O IMC (índice de massa corporal) é uma estratégia proposta no século XIX por Quételet, que relaciona, matematicamente, o peso e a altura de um indivíduo. Para a obtenção deste índice, divide-se o peso corporal pela estatura em metros, ao quadrado, em que o resultado é expresso em quilos por metro quadrado, ou seja, dá um indicativo da distribuição da massa corporal por área (RICARDO e ARAÚJO, 2002). A relação cintura/quadril (RCQ) é um índice simples, obtido pela divisão do perímetro da cintura pelo perímetro do quadril, em centímetros. A RCQ está altamente associada à gordura visceral e parece ser um índice aceitável da gordura abdominal, que tem sido utilizado para classificar os indivíduos em categorias de risco para a saúde, em função do excesso de gordura central. Contudo, o perímetro da cintura, isoladamente, pode ser o melhor preditor de gordura visceral, pois o perímetro da cintura é sensível ao acúmulo, tanto de gordura superficial quanto de gordura intra-abdominal, enquanto que o perímetro do quadril é sensível somente ao acúmulo da gordura subcutânea (HEYWARD e STOLARCZYK, 2000). O American College of Sports Medicine (ACSM, 2003) sugere um ponto de corte para o PC de 102 e 88 cm, para os sexos masculino e feminino,

respectivamente, como indicador de risco para a saúde. Este ponto é interpretado conjuntamente com os valores de IMC, classificando os indivíduos em quatro categorias, a saber: risco aumentado, alto, muito alto e extremamente alto.

O excesso de peso, historicamente, tem sido associado a vários tipos de doenças crônico-degenerativas (NIEMAN, 1999). Contudo, a caracterização de excesso de peso torna-se difícil sem a utilização de indicadores objetivos que permitam quantificar a quantidade exata de gordura corporal. Diversos autores e organismos internacionais têm tentado estabelecer faixas de normalidade para o IMC, com o intuito de estabelecer subnutrição, excesso de peso ou obesidade (SEIDELL, 2000; ACSM, 2000; CSEF, 1998; USDHHS, 1996). O ACSM, no seu último manual, publicado em 2003, sugeriu os seguintes valores para a classificação do IMC (Quadro 1) e para a estratificação de risco de doença por meio do perímetro da cintura (ACSM, 2003).

Quadro 1 – Classificação do risco de doença com base no IMC e circunferência da cintura para homens

	IMC	Cintura \leq 102 cm	Cintura $>$ 102
Deficiência de peso	$< 18,5$		
Normal	18,5 – 24,9		
Excesso de peso	25,0 – 29,9	Aumentado	Alto
Obesidade I	30,0 – 34,9	Alto	Muito alto
Obesidade II	35,0 – 39,9	Muito alto	Muito alto
Obesidade III	40,0 - $>$	Extremamente alto	Extremamente alto

Fonte: Adaptado de ACSM (2003)

O primeiro estudo descrevendo os parâmetros antropométricos dos árbitros de futebol foi desenvolvido por Rontoyannis *et al.* (1988) na Grécia. Neste estudo, os pesquisadores descrevem o percentual de gordura e o IMC (índice de massa corporal). O perfil antropométrico dos árbitros principais e assistentes da Confederação Brasileira de Futebol (CBF), ou seja, dos árbitros de elite do Brasil, foi descrito pela primeira vez por nosso grupo, em 2003 (Da SILVA E RODRIGUEZ-AÑEZ, 2003).

Além das medidas de composição corporal (gordura corporal, massa corporal magra), um excelente indicador da forma, estrutura e composição do corpo humano refere-se à técnica do somatotipo. Essa técnica se constitui em um recurso extremamente útil para análise das modificações na forma e estrutura corporal em função do treinamento, ou pela própria exigência física da atividade em questão (CARTER, 1980). De um modo geral, procura-se por meio do somatotipo definir a

estrutura morfológica de um indivíduo, mediante a análise de três principais componentes: o primeiro, a endomorfia, relaciona-se com a participação que a quantidade de gordura corporal apresenta no estabelecimento do tipo físico; o segundo, a mesomorfia, reflete a influência do desenvolvimento músculo-esquelético, e o terceiro componente, a ectomorfia, traduz a participação do aspecto de linearidade no tipo físico (De GARAY, LEVINE e CARTER, 1974). A técnica do somatotipo foi, originalmente, descrita por Sheldon (1940) que, a partir da utilização de escalas numéricas, permitiu uma análise mais objetiva da morfologia corporal. Desde então, com as evoluções tecnológicas, principalmente na facilidade de realização dos cálculos, esse técnica tornou-se de fácil compreensão e aplicação. O método mais utilizado é o proposto por Heath e Carter (1967), a partir de medidas antropométricas.

A partir da análise do somatotipo, muitas investigações (CARTER, 1968; ALVARENGA e LOPES, 2002; SILVA, TRINDADE, De ROSE 2003; GHOSH e MALIK, 2004; RAHMAWATI, BUDIHARJO, ASHIZAWA, 2006), se propuseram a verificar a relação entre o tipo físico e o desempenho atlético, e com as diferentes estruturas morfológicas entre os participantes de distintas modalidades esportivas. Entretanto, nos trabalhos nacionais e internacionais que abordam as exigências físicas do árbitro no transcorrer da partida de futebol e o perfil antropométrico, não foi encontrado nenhum relato sobre a classificação física (somatotipo) deste profissional, não tendo sido encontrado, no Brasil, nenhum estudo sobre o IMC do árbitro de futebol.

Pesquisas sobre estes temas podem fornecer subsídios para conhecer melhor o perfil corporal desta categoria de profissional, servindo como referência para a entidade maior do futebol, a FIFA, bem como para pesquisadores e treinadores no momento da formulação de um programa de treinamento físico e seleção para árbitros de futebol.

1.5 Avaliação funcional

A aptidão física é um requisito indispensável para a realização de tarefas que requerem um esforço físico superior às demandas metabólicas de repouso. A falta de aptidão física pode provocar confusão no momento de tomada de decisão durante a execução de exercício extenuante e, conseqüentemente, prejudicar a capacidade de julgamento das pessoas nesta situação (Da SILVA, 2005a). Além das variáveis metabólicas, a aptidão física depende de composição corporal adequada, pois o excesso de peso ou a obesidade limita os movimentos, além de desempenhar papel de sobrecarga para o sistema locomotor (RODRIGUEZ-AÑEZ e PETROSKI, 2002). Os testes de aptidão física

diferenciam-se dos exames médicos porque, esses últimos, servem para diagnosticar a condição de saúde ou doença de um indivíduo, enquanto que as avaliações de aptidão física servem para classificar as pessoas, segundo sua aptidão física (POLLOCK e WIMORE, 1993). Os resultados de uma bateria de testes servem para verificar o potencial e a debilidade do atleta, determinando, assim, a sua condição preliminar, durante e após o treinamento. Isto permite verificar se o programa está alcançando os objetivos traçados e, ao final, concluir quanto o atleta ganhou com o treinamento. Além de servir ao diagnóstico do nível de rendimento do atleta, estes dados podem ser empregados para estimular o seu interesse pelo treinamento (ASTRAND e RODAHL, 1980; POLLOCK e WIMORE, 1993; EISSMANN, 1996).

Devido à maior exigência da preparação física da arbitragem para se conduzir uma partida do futebol moderno, e com o intuito de melhorar o nível dos árbitros internacionais, a Fédération Internationale de Football Association (FIFA) tem adotado varias medidas. Dentre elas, destacam-se: uma redução da idade máxima para um árbitro integrar seu quadro, que passou de 50 para 45 anos, e à aplicação de uma bateria de testes físicos destinados à avaliação dos árbitros no início de cada temporada ou torneio internacional (RONTROYANNIS *et al.*, 1998). Na atualidade, esta bateria é composta por três testes: um que mensura a resistência aeróbica (teste de Cooper), e, outro, a anaeróbica (2 corridas de 50 metros – teste de velocidade, e 2 corridas de 200 metros – teste de resistência à velocidade, aplicadas de forma alternada). Essa bateria de testes desenvolvida pela FIFA, nos últimos 5 anos, vem sofrendo inúmeras análises, sendo inclusive discutida pelos pesquisadores a troca do teste que mensura a resistência aeróbica (corrida de 12 minutos, teste de Cooper) por uma mais específica, isto é, que avalie a resistência aeróbica do árbitro em ações motoras mais próximas daquelas executadas por eles durante o jogo (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; REBELO *et al.*, 2002; Da SILVA *et al.*, 2003; WESTON *et al.*, 2004; CASTAGNA, ABT e D’OTTAVIO, 2005). Assim sendo, o teste considerado como mais indicado seria o conhecido como Yo Yo, descrito por Krustrup *et al.* (2003). Levando em consideração as ações motoras do árbitro durante a partida, outra possibilidade seria utilizar o teste multi-estágio, de 20 metros, de Léger *et al.* (1988), conhecido popularmente como *Shuttle run* (Da SILVA *et al.*, 2003).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Analisar o grau de desidratação, o desempenho físico e o gasto energético do árbitro de futebol durante partidas oficiais. Observar se a reidratação espontânea (*ad libitum*) ou com quantidades pré-determinadas de líquidos interfere nestas variáveis.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar o grau de desidratação do árbitro após ingestão espontânea de água, após ingestão de um volume pré-determinado de água ou após ingestão de um repositores hidroeletrolítico.
- Comparar o desempenho físico do árbitro após ingestão espontânea de água, após ingestão de um volume pré-determinado de água, ou após ingestão de um repositores hidroeletrolítico.
- Estimar o gasto energético do árbitro após ingestão espontânea de água, após ingestão de um volume pré-determinado de água, ou após ingestão de um repositores hidroeletrolítico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 População e amostra

A população utilizada neste estudo foi composta por árbitros credenciados pela Federação Paranaense de Futebol (FPF). A amostra foi constituída por 10 árbitros, que foram analisados durante jogos oficiais do Campeonato Paranaense de Futebol, Série A e B, de 2005 e 2006. Todos os árbitros foram voluntários, habilitados para a realização de atividades físicas mediante atestado médico. Todos eles foram aprovados no início de cada temporada no teste estabelecido pela FIFA para avaliar a aptidão física dos árbitros oficiais de futebol (ver descrição no item 3.7). Cada voluntário, antes de participar neste projeto, assinou o termo de concordância que esclarece o procedimento experimental a ser realizado e autoriza a utilização dos dados coletados no trabalho científico aqui proposto (anexo 1). O voluntário não recebeu nenhum estímulo econômico para participar deste projeto. O voluntário poderia desvincular-se deste projeto antes da sua conclusão no momento em que desejasse, devendo somente comunicar a sua decisão ao pesquisador. Os procedimentos aqui adotados encontram-se de acordo com a Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, que trata sobre procedimentos de pesquisa em seres humanos. Este projeto foi analisado e aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, do Setor de Ciências da Saúde da UFPR (Protocolo: CEP/HC 130. EXT. 021/2004-10).

Neste trabalho foi levada em consideração a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar no dia da realização dos jogos (dados fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR). Todos os jogos aconteceram em horário entre as 16 h e as 18 h, e a diferença na temperatura ambiente não foi superior a 5° C. Os voluntários foram orientados a manter sua rotina de treinos e atividades profissionais fora da arbitragem durante o período experimental.

3.2 Avaliação da perda hídrica durante a partida

Cada árbitro foi analisado em três condições experimentais, em três partidas consecutivas. A primeira análise foi realizada após a ingestão espontânea (*ad libitum*) de água mineral imediatamente antes da partida e durante o intervalo; a segunda análise foi realizada após ingestão pré-determinada de água mineral; e, finalmente, a terceira, após a ingestão, pré-determinada, de um repositior

hidroeletrólítico isotônico. O repositur hidroeletrólítico é uma solução que contém, em 100 mL: carboidratos, 6 g, sódio, 45 mg, potássio, 10 mg, cloreto, 42 mg, calorias, 22,8 (Gatorade^{MR}). Na primeira partida, no início ou no intervalo, a equipe de arbitragem pode tomar água mineral *ad libitum*, a qual foi servida em copos de 200mL, sendo mensurado o total ingerido. No intervalo, também foi coletada a diurese espontânea, em recipiente graduado. O volume de água ou de repositur hidroeletrólítico que os árbitros ingeriram na segunda e terceira partida, correspondeu a 1% do seu peso corporal, sendo que 50% deste volume deu-se previamente ao início da partida e 50% durante o intervalo. Este volume foi estabelecido a partir de um estudo prévio que mostrou que os árbitros perdem aproximadamente 1,5% do seu peso corporal durante uma partida oficial (Da SILVA e FERNANDEZ, 2003). Tendo em vista a velocidade do esvaziamento gástrico e, para evitar desconforto aos árbitros, a quantidade consumida por eles no presente estudo foi equivalente a 1% do seu peso corporal basal. Os árbitros foram pesados totalmente nus, após esvaziar completamente sua bexiga, no início da partida, utilizando-se, uma balança eletrônica digital, marca Plena, modelo MS-601, resolução 0,1 kg. No intervalo, foi coletada a diurese espontânea, em recipiente graduado.

A perda total de água no organismo foi determinada utilizando-se da seguinte equação, a qual leva em consideração o peso inicial (PI), o peso final (PF), a diurese (D) e o líquido (L) ingerido pelo indivíduo durante sua atividade física.

$$\text{A perda total de líquido corporal durante o exercício é} = (\text{PI} - \text{PF}) + \text{L} + \text{D}$$

A taxa de sudorese, por hora, foi calculada pela modificação no peso corporal após correção pelo volume de fluido ingerido e pela diurese, utilizando a fórmula:

$$\text{Taxa de Sudorese} = [(\text{PI} - \text{PF}) + \text{L} - \text{D}] / \text{duração total do jogo em horas.}$$

As perdas insensíveis de água foram ignoradas.

Foi considerado que uma redução de 1 kg no peso corporal é equivalente a uma desidratação de 1 litro (SHIRREFFS, 2000). O erro de medida foi 0,1 kg, o que representa $\pm 0,14\%$ para peso, e $\pm 0,3\%$ para volume.

3.3 Avaliação do desempenho físico durante o jogo

A *performance* fisiológica dos árbitros durante as partidas é, usualmente, determinada utilizando uma metodologia de análise do movimento dos mesmos no tempo (CATTERAL *et al.*, 1993; D'OTTAVIO e CASTAGNA, 2001b; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). Os árbitros foram filmados em situação real de jogo, utilizando uma câmera de vídeo (Sony, modelo Handycam CCD-TRV 128). As ações motoras do árbitro foram determinadas mediante análise das fitas gravadas em vídeo. O tempo gasto pelo árbitro em cada ação motora; andar, trote, deslocamento de costas, corrida e *sprint* (corrida em alta velocidade), foi registrado utilizando um cronômetro manual (Technos, modelo Cronus), e esse foi utilizado para calcular as distâncias percorridas em cada situação.

Com o objetivo de se estabelecer quanto tempo o árbitro permaneceu em cada ação motora durante uma partida, assumimos que o andar seria considerado como um deslocamento com velocidade média de 1,62 m/s; trote, deslocamento a 2,46 m/s, mesma velocidade considerada para o deslocamento de costas. Corrida, deslocamentos a 3,16 m/s e *sprint*, deslocamentos a 5,08 m/s. O tempo que o árbitro permaneceu parado também foi determinado (DA SILVA e RODRIGUES-AÑEZ, 1999). A análise das fitas de vídeo foi realizada pelo mesmo observador experiente. A principal limitação nesta técnica é a confiabilidade do observador. A reprodutibilidade e confiabilidade da metodologia empregada pelo nosso grupo têm sido testadas num estudo prévio (Da Silva e Rodriguez-Añez, 1999). Na análise teste e reteste não foram observadas diferenças sistemáticas e as diferenças intra-individuais na distância total percorrida foram inferiores a 0,2 km.

3.4 Avaliação do gasto energético

Para a estimativa do gasto energético, determinou-se o consumo de O_2 a partir do tempo em que os árbitros permaneceram em cada ação motora. O consumo de O_2 depende da intensidade do trabalho realizado e da massa corporal deslocada. Posteriormente, o valor de consumo de O_2 foi transformado em kcal, multiplicando-se o mesmo por 5. Para se estimar o consumo de O_2 durante a corrida e o *sprint*, foi utilizada a equação sugerida pelo American College of Sport Medicine, (1980), $VO_2 = 3,5 + (0,2 \times m/min)$, e para a caminhada a equação: $VO_2 = 3,5 + (0,1 \times m/min)$. O consumo de O_2 durante o trote e o deslocamento de costas foi obtido mediante a equação $VO_2 = 3,5 + (km/h^2 \times 0,394)$, sugerida por Bubb, Martin e Howley (1985). Para a determinação do gasto energético durante o tempo em que os

árbitros permaneceram parados, foi multiplicada a constante do metabolismo basal, 3,5, pelo peso corporal médio.

A determinação do gasto energético do árbitro durante a partida em METs foi possível a partir da mensuração do VO_2 gasto para a execução de cada ação motora. Para um adulto, 1 MET é de aproximadamente 3,5 mL de O_2 consumido, por quilograma de peso corporal, por minuto (1 MET = $3,5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Portanto, o gasto energético foi estimado dividindo o VO_2 de cada ação motora pela constante 3,5.

3.5 Avaliação das concentrações sanguíneas de lactato e glicose

O nível de lactato produzido pelos árbitros durante a atividade competitiva, também foi mensurado. Uma amostra de sangue de 50 μl (uma gota coletada no dedo indicador por uma pequena punção via lanceta) foi coletada antes e imediatamente após o término da partida. Para análise do sangue coletado, foi utilizado um analisador de lactato portátil (Accutrend Lactate System, Roche Diagnostics, Basilea – Suíza).

A concentração sérica de glicose foi determinada, também, utilizando um analisador portátil (Kit Accu-Chek Active, Roche Diagnostics, Basilea – Suíza), utilizando os mesmos procedimentos descritos para a mensuração do lactato.

3.6 Avaliação morfológica

Foram mensuradas as variáveis antropométricas de massa corporal e estatura, de acordo com a descrição de Gordon, Chumlea e Roche (1991). A espessura das dobras cutâneas (tricipital, bíceps, subescapular, peitoral, axilar média, supra-ilíaca, abdominal vertical, coxa média e perna medial), os diâmetros ósseos do úmero e do fêmur e os perímetros da perna e do braço contraído, foram obtidos de acordo com as padronizações de Wilmore *et al.* (1991), Harrison, *et al.* (1991) e Callaway *et al.* (1991), respectivamente.

A espessura de dobras cutâneas foi mensurada por meio de um adipômetro Cescorf, com resolução de 0,1 mm. A massa corporal foi verificada mediante a utilização de uma balança digital Plenna, com resolução de 0,02 kg e a estatura medida por meio de um estadiômetro, com resolução de

0,1 cm. As medidas de perímetros corporais foram realizadas com o emprego de uma fita métrica flexível e os diâmetros ósseos, com um paquímetro de metal.

A partir das variáveis antropométricas, determinamos a densidade corporal, utilizando a equação proposta por Jakson e Pollock (1978) que utiliza o somatório de sete dobras cutâneas e dois perímetros. O percentual de gordura corporal foi calculado utilizando a equação de Siri (1961). O peso da gordura (PG) foi obtido multiplicando-se a massa corporal (MC) pela fração do percentual de gordura (% G), $PG = MC (\% G/100)$. Para o peso ósseo (PO) e o peso residual (PR) foram utilizadas respectivamente as equações de Von Döblen e Würch, citadas por De Rose, Pigatto e De Rose (1984). O peso muscular foi obtido subtraindo-se da MC o PO, PR e PG.

Equação para a estimativa da densidade corporal de homens com idade entre 18 e 61 anos, de Jackson e Pollock (1978).

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

Onde: DC = dobras cutâneas (mm); ID = idade (anos); PAT = perímetro do antebraço; PAB = perímetro do abdome; $\sum 7DC = (SE+TR+PT+AM+SI+AB+CX)$. Perímetros em metros.

A equação aqui utilizada é classificada como genérica. Isso significa que pode ser utilizada com relativa segurança no intervalo de idade para o qual foi construída.

O índice de massa corporal (IMC) foi determinado dividindo-se o peso (kg) pela altura (m) elevada ao quadrado. O somatotipo foi determinado de acordo com os procedimentos descritos por De Rose, Pigatto e De Rose (1982), seguindo método antropométrico proposto por Heath & Carter (1967).

Para fins de comparação, o somatotipo foi classificado em categorias, de acordo (CARTER, 2002):

a) **endomorfo equilibrado**: neste caso, o primeiro componente (endomorfia) domina sobre o segundo (mesomorfia) e o terceiro (ectomorfia), que são iguais ou não diferem mais que 0,5 unidades. Ex: 5-3-3; 5-3-2,5; 5-2,5-3.

b) **mesomorfo-equilibrado**: o segundo componente (mesomorfo) predomina sobre os demais, que são iguais ou não diferem mais de 0,5 unidades. Ex.: 3-5-3; 2,5-5-3; 3-5-2,5.

c) **ectomorfo-equilibrado**: o terceiro componente domina. Os demais são iguais ou não diferem em mais de 0,5 unidades. Ex.: 3-3-5; 3-2,5-5; 2,5-3-5.

d) **endomorfo-mesomorfo**: primeiro e segundo componentes são iguais ou não diferem mais do que 0,5 unidades e dominam sobre o terceiro componente. Ex.: 5-5-3; 4,5-5-3; 5-4,5-3.

e) **ectomorfo-mesomorfo**: o segundo e o terceiro componentes são iguais ou não diferem mais que 0,5 unidades e o primeiro componente predomina sobre os demais. Ex.: 3-5-5; 3-5-4,5; 3-4,5-5.

f) **ectomorfo-endomorfo**: primeiros e terceiros componentes são iguais ou não diferem mais do que 0,5 unidades e são maiores do que o segundo componente. Ex.: 5-3-5; 4,5-3-5; 5-3-4,5.

h) **endomorfo-ectomorfo**: o primeiro componente é maior que o terceiro e o segundo é o menor. Ex.: 5-2-3; 5-2-4.

i) **mesomorfo-endomorfo**: o segundo componente é maior que o primeiro, considerando que o terceiro é o menor. Ex.: 3-5-2; 4-5-2.

j) **mesomorfo-ectomorfo**: o segundo componente é maior que o terceiro, considerando que o primeiro é o menor. Ex.: 2-5-3; 3-5-4.

l) **ectomorfo-endomorfo**: o terceiro componente domina sobre o primeiro. O segundo é o menor. Ex.: 3-2-5; 4-2-5.

m) **ectomorfo-mesomorfo**: terceiro componente é maior que segundo. O primeiro é o menor. Ex.: 2-3-5; 2-4-5.

n) **central**: Os três componentes ou são iguais ou não diferem mais que uma unidade dos outros dois. Ex.: 3-3-3; 4-4-4; 3,5-4-3,5.

O somatotipo também foi plotado em um gráfico (somatocarta), desenvolvido por Carter e Heath (1990), onde foram calculados os valores das coordenadas X e Y:

$X = \text{ectomorfia} - \text{endomorfia}$

$Y = 2 \times \text{mesomorfia} - (\text{endomorfia} + \text{ectomorfia})$.

3.7 Avaliação da aptidão física

No final do ano de 2004, o autor deste trabalho participou como membro da equipe convidada pela Federação Paranaense de Futebol, a realizar a avaliação física de todos os árbitros oficiais credenciados no Estado do Paraná, com vistas à temporada 2005. O número de avaliados por região variou em cada localidade, isto porque o árbitro podia escolher onde iria fazer a avaliação. Se um árbitro fosse reprovado, não poderia realizar o teste novamente em outra cidade. O número total de avaliados correspondeu a 100% da população, ou seja, 235 árbitros. As avaliações ocorreram entre os dias 4 a 19 de dezembro de 2004. Todas as provas foram realizadas no período matutino. As avaliações

ocorreram nas cidades de Maringá, Curitiba, Pato Branco e Marechal Cândido Rondon, todas no Estado do Paraná.

As provas para avaliação da aptidão física de árbitros de futebol foram realizadas de acordo com as recomendações da FIFA. A bateria de testes é constituída de: uma corrida de 12 minutos (teste de COOPER), dois piques de 50 metros e dois piques de 200 metros, realizados de forma alternada. As provas foram aplicadas na seguinte ordem: primeiramente, corrida de 12 minutos, seguida por um pique de 50 metros; depois, um pique de 200 metros, seguido novamente por outro pique de 50 metros, finalizando o teste com mais um pique de 200 metros. O tempo de recuperação durante as provas não foi inferior a 5 minutos. Os testes foram aplicados em pista de atletismo e, após a realização, os sujeitos continuaram caminhando até o local da próxima prova, caracterizando, com isso, recuperação do tipo ativa. Após a execução do teste de Cooper, foi dado intervalo de pelo menos 15 minutos para a realização das provas anaeróbicas. Para mensuração dos tempos foi utilizado cronômetro Technos, modelo Cronus.

A distância mínima percorrida para um árbitro ser considerado apto na corrida de 12 minutos é de 2.700 metros, conforme estabelecido pela FIFA. Já o tempo máximo transcorrido na corrida de 50 metros é de 7,50 segundos e, para a corrida de 200 metros, 32 segundos.

3.8 Análise estatística

Os resultados são reportados como média e o respectivo desvio padrão. Foi realizado o teste de *student* (teste *t*) pareado para comparar dois grupos; e para comparar vários grupos, a análise de variância (ANOVA), modelo inteiramente casualizado, seguido do teste Tukey de Student-Newman-Keuls, para avaliação das diferenças entre os contrastes. O software estatístico utilizado foi o InStat 3.0 (Graphpad Inc., San Diego, CA, USA). Os dados foram considerados estatisticamente significantes quando a probabilidade da ocorrência de hipótese nula for menor ou igual a 0,05. Para elaboração da somatocarta utilizou-se o software Somatotype - Calculation and Analysis (versão australiana).

4 RESULTADOS

4.1 Perda hídrica

Nos dias das partidas, a temperatura ambiente média era de $23,25 \pm 3,12^0$ C, e a umidade relativa do ar era de $67,32 \pm 18,74\%$. As partidas ocorreram sempre durante a tarde e no mesmo horário, das dezesseis às dezoito horas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de temperatura ou umidade relativa do ar ($p>0,05$) entre as diferentes partidas realizadas (tabela 1).

Tabela 1 – Dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante as partidas

	Partida 1	Partida 2	Partida 3
Temperatura ambiente (°C)	23,45±3,24	23,17±4,00	23,20±2,18
Umidade relativa do ar (%)	68,94±14,18	68,43±21,77	60,12±18,49

* Os valores representam a média \pm desvio padrão. n=10

A tabela 2 apresenta os dados referentes ao balanço hídrico dos árbitros nas três partidas estudadas. Durante o primeiro jogo, em que os árbitros ingeriram água *ad libitum*, eles tiveram uma queda média no seu peso corporal de $1,64 \pm 0,17$ kg o que correspondeu a $1,91 \pm 0,57\%$ do seu peso corporal prévio ao jogo. Esta percentagem foi significativamente reduzida nas partidas seguintes, quando foram reidratados com um volume pré-determinado de fluido (ver gráfico 1). A perda total de água corporal na primeira partida foi de $2,10 \pm 0,57$ litros, o que equivale a $2,44 \pm 0,53\%$ do seu peso corporal inicial. Estes valores foram significativamente menores causado pela hidratação prévia e reidratação no intervalo e com água mineral ou com o repositores hidroeletrólítico isotônico (ver tabela 2 e gráfico 1). Em cada partida, a percentagem da perda total de água corporal foi significativamente diferente ($p<0,001$) daquela observada considerando somente as alterações no peso corporal (tabela 2).

A taxa de sudorese observada na primeira partida ($1,16 \pm 0,34$ L/h) foi significativamente reduzida pela ingestão prévia de um volume pré-determinado de solução hidroeletrólítica isotônica ($0,72 \pm 0,39$ L/h) (ver tabela 2).

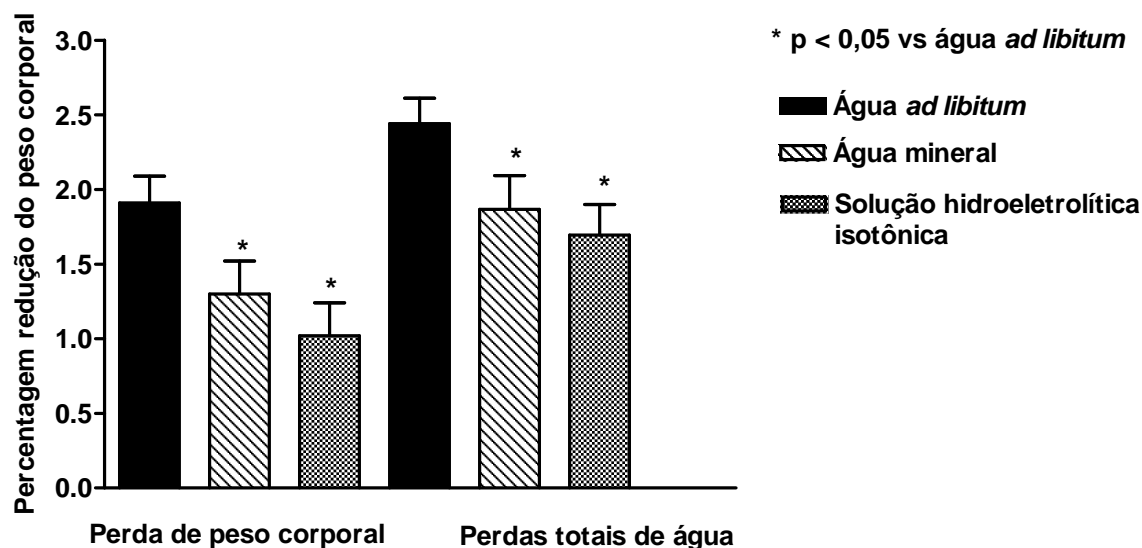


Gráfico 1. Porcentagem de perda de peso pelos árbitros em cada partida. A reidratação com volumes pré-determinados de fluido reduz significativamente a perda de peso e as perdas totais de água.

Tabela 2 – Avaliação da desidratação do árbitro em todas as etapas do estudo

	Partida 1	Partida 2	Partida 3
Peso Inicial (kg)	85,23±6,70	86,12±6,49	85,62±6,90
Peso final (kg)	83,59±6,38	84,99±6,22	84,73±6,62
Perda de peso (%)	1,91±0,57	1,30±0,70*	1,02±0,66*
Perda total de água (L)	2,10±0,57	1,62±0,66	1,45±0,55
Perda total de água (%)	2,44±0,53 [#]	1,86±0,67* [#]	1,68±0,54* [#]
Taxa de Sudorese (L/h)	1,16±0,34	0,86±0,37	0,72±0,39*

Os valores representam a média ± desvio padrão. n=10. * p < 0,05 vs Partida 1; [#] p < 0,001 vs Perda de peso (%) Perda de peso (%): Percentagem de perda de peso em relação ao peso inicial; Perda total de água (L) = Perda de peso (kg) + Água consumida (L) + Diurese (L); Perda total de água (%) = [(Perda de peso (kg) + Água consumida (L) + Diurese (L)] / Peso inicial) * 100; Taxa de Sudorese (L/h): (Peso inicial – Peso final + Água consumida – Diurese) / duração da partida em horas.

4.2 Desempenho físico durante a partida

O tempo gasto pelo árbitro em cada ação motora: andar, trote, deslocamento de costas, corrida e *sprint* (corrida em alta velocidade), foi cronometrado e utilizado para calcular as distâncias percorridas em cada situação. O tempo total, médio, gasto em cada atividade física nas diferentes partidas, está descrito na tabela 3. Não foram encontradas diferenças, estatisticamente significativas, entre os tempos percorridos em cada ação motora durante cada etapa do estudo ($p > 0,05$).

Tabela 3 – Tempo gasto em cada ação motora por etapa da pesquisa

	<i>Sprint</i>	Corrida	Trote	Deslocamento de costas	Andando	Parado
Partida 1	0,19±0,16	4,46±1,44	19,20±4,47	4,58±1,36	47,08±5,10	13,30±2,49
Partida 2	0,28±0,25	5,46±2,32	16,51±4,43	5,31±1,52	47,06±2,46	14,16±3,06
Partida 3	0,25±0,20	5,27±2,06	15,56±2,59	6,56±1,23	47,03±4,21	14,13±2,12

* Os valores representam a média ± desvio padrão da duração de cada ação motora expressa em minutos. n=10

Após a estimativa do o tempo de cada ação motora, foi possível calcular as distâncias percorridas pelo árbitro no transcorrer da partida. A distância total percorrida pelo árbitro na primeira partida foi de $9189,2 \pm 396,4$ metros, e esta distancia não foi modificada de forma significativa pela suplementação com fluidos: $9143,4 \pm 479,1$ metros com água mineral e $9131,4 \pm 255,7$ metros com a solução hidroeletrólítica isotônica. Em todas as partidas estudadas, a distância percorrida nos dois períodos de jogo (primeiro de segundo tempo) não foi significativamente diferente (ver tabela 4 e gráfico 2). A distância total percorrida caminhando durante a primeira partida foi de $4594,6 \pm 503,9$ metros, sem diferença estatisticamente significativa entre os dois períodos de jogo (ver tabela 4 e gráfico 2-A). Esta distância não foi modificada pela suplementação com fluidos. Por outro lado, a distância percorrida trotando foi significativamente reduzida nos árbitros que receberam suplementação com a solução hidroeletrólítica isotônica: $2859,8 \pm 708,4$ vs $2357,3 \pm 793,3$ metros (tabela 4, $p < 0,05$).

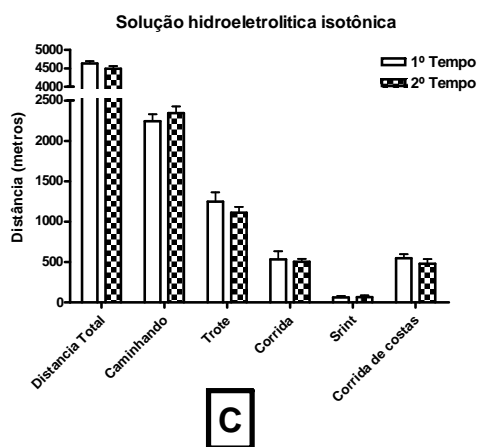
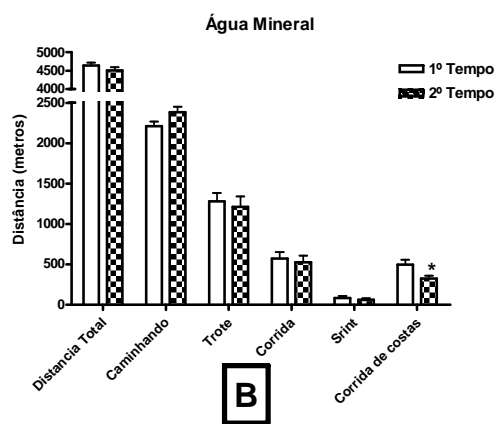
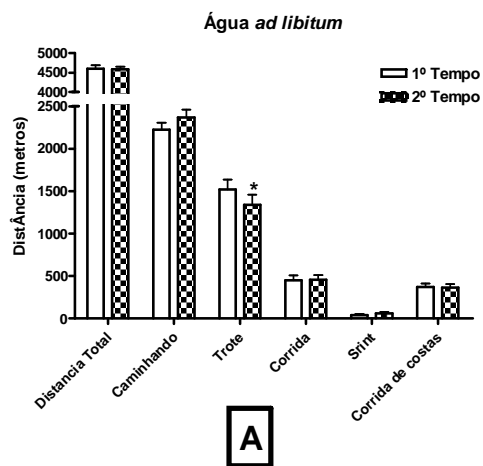


Gráfico 2. Deslocamento dos árbitros em cada etapa do estudo

A distância total percorrida pelos árbitros trotando durante a segunda partida não foi reduzida significativamente, $2492,7 \pm 696,7$ metros. Quando comparada a distância percorrida pelos árbitros trotando nos dois períodos da primeira partida observou-se uma redução de $1521,7 \pm 361,8$ metros no primeiro tempo para $1338,0 \pm 378,3$ metros no segundo ($p < 0,02$). Esta redução não foi estatisticamente significativa nas outras partidas (ver tabela 4 e gráfico 2). À distância percorrida na forma de atividades de alta intensidade, correndo e *sprint*, foi de $903,2 \pm 327,6$ e $98,1 \pm 81,5$ metros respectivamente, na primeira partida; $1096,3 \pm 480,9$ e $144,3 \pm 128,9$ metros na segunda; e $1035,7 \pm 468,4$ e $126,1 \pm 100,8$ metros na última partida estudada ($p > 0,05$). Não foram observadas diferenças significativas entre os dois períodos de jogo para estas atividades, em nenhuma das situações experimentais estudadas (tabela 4, gráfico 2). Finalmente, a distância total percorrida em corrida de costas foi de $733,4 \pm 235,8$ metros na primeira partida, incrementando-se de uma forma não significativa para $817,1 \pm 274,6$ metros na segunda partida, e de uma forma significativa ($p < 0,05$) durante a terceira partida analisada, $1024,4 \pm 353,1$ metros. Como registrado no gráfico 2-B e na tabela 4, somente na segunda partida a distância percorrida nos dois períodos de jogo foi significativamente diferente: $495,0 \pm 202,5$ metros no primeiro tempo e $322,1 \pm 118,1$ metros no segundo tempo.

Tabela 4 – Distâncias percorridas durante cada etapa da partida

		Caminhando	Trote	Corrida	<i>Sprint</i>	Deslocamento de costa	Total
Partida 1	1º tempo	2226,5±254,8	1521,7±361,8	448,0±182,1	38,2±41,4	369,1±136,6	4603.6±278,8
	2º tempo	2368,0±295,4	1338,0±378,3*	455,2±174,3	59,9±50,7	364,3±125,5	4585.6±212,9
Partida 2	1º tempo	2210,6±183,3	1279,6±329,5	570,8±251,1	82,2±83,2	495,0±202,5	4638.3±238,8
	2º tempo	2382,3±213,6	1213,0±398,4	525,5±262,2	62,1±54,5	322,1±118,1*	4505.1±289,2
Partida 3	1º tempo	2245,3±248,5	1247,9±343,6	534,3±297,0	61,6±53,6	545,6±155,4	4634.8±190,7
	2º tempo	2342,4±249,7	1109,4±225,2	501,4±115,0	64,4±59,9	478,9±168,4	4496.6±191,9

Os valores representam a média \pm desvio padrão; * $p < 0.05$ vs 1ª etapa. n=10

Durante uma partida oficial de futebol os árbitros permaneceram respectivamente parados ou caminhando por $14,5 \pm 3,2\%$ e $52,3 \pm 5,7\%$ do tempo total de duração da mesma, observadas diferenças estatisticamente significativas entre o primeiro e segundo tempo da partida (tabela 5, gráfico

3). O consumo de prévio um volume pré-determinado de fluido não modificou significativamente o tempo que os árbitros permaneceram parados ou caminhando, estas percentagens respectivamente de: $15,5 \pm 3,3\%$ e $52,3 \pm 3,0\%$ na segunda partida; $15,4 \pm 2,5\%$ e $52,3 \pm 4,8\%$ na terceira partida. Como apresentado na tabela 5 e no gráfico 3, não foram observadas diferenças significativas para estas atividades entre os dois períodos de jogo de cada partida.

Os árbitros trotaram em relação ao tempo total por $21,5 \pm 5,3\%$ na primeira partida, $18,7 \pm 5,2$ na segunda, e $17,7 \pm 3,3\%$ na terceira ($p>0,05$). Estes dados não diferiram de forma estatisticamente significativas entre as duas etapas da partida (tabela 5, gráfico 3). O tempo gasto pelos árbitros durante uma partida desenvolvendo atividades motoras de alta intensidade (corrida e *sprint*) é pequeno. Corrida representa $5,3 \pm 1,9\%$ do tempo total na primeira partida, $6,4 \pm 2,8\%$ na segunda, e $6,0 \pm 2,3\%$ na última, sem se observarem diferenças estatisticamente significativas entre as duas etapas da partida (tabela 5, gráfico 3). Em todos os jogos estudados, independente do estado de hidratação do árbitro, o mesmo permanece menos do que 1% do tempo da partida realizando deslocamentos a $5,08$ m/s (*sprint*). Neste $0,3 \pm 0,3\%$ do tempo total quando ingeriram água *ad libitum*, $0,5 \pm 0,4\%$ quando reidratados com água mineral, e $0,5 \pm 0,3\%$ com a solução hidroeletrólítica isotônica. A diferença entre as duas etapas da partida não foi, também, estatisticamente significativa (ver tabela 5 e gráfico 3).

Quando analisado o percentual do total do tempo gasto pelo árbitro realizando corridas de costa, foi observado um incremento significativo naquelas partidas em que eles receberam um volume pré-determinado de uma solução hidroeletrólítica isotônica: $7,7 \pm 1,5\%$ vs $5,5 \pm 1,7\%$ na primeira partida ($p<0,04$). Nessas partidas, a percentagem do tempo gasto nesta atividade incrementou-se significativamente na segunda etapa (ver tabela 5). A corrida de costas representou $6,1 \pm 2,0\%$ na segunda partida, o que não foi significativamente diferente das outras.

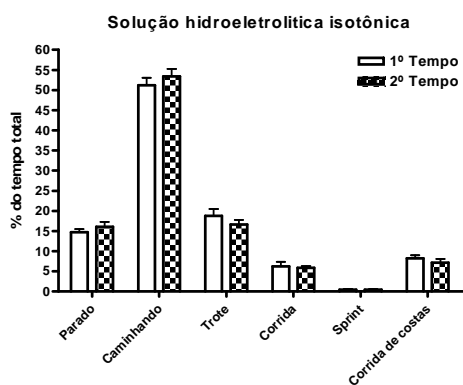
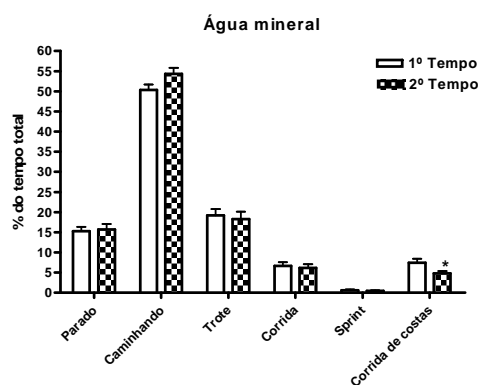
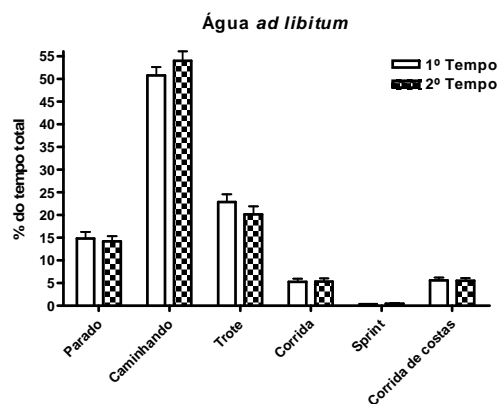


Gráfico 3. Porcentagem de tempo que o árbitro permaneceu em cada ação motora em cada etapa do estudo

Tabela 5 – Percentagem de tempo que o árbitro permanece em cada atividade motora durante cada etapa da partida

		Parado	Caminhando	Trote	Corrida	<i>Sprint</i>	Deslocamento de costas
Partida 1	1º tempo	14,79±4,67	50,75±5,81	22,86±5,44	5,24±2,13	0,28±0,30	5,55±2,05
	2º tempo	14,14±3,65	53,97±6,73	20,10±5,68	5,33±2,04	0,44±0,37	5,47±1,89
Partida 2	1º tempo	15,27±3,46	50,38±4,18	19,23±4,95	6,68±2,94	0,60±0,61	7,44±3,04
	2º tempo	15,75±4,29	54,30±4,87	18,23±5,99	6,15±3,07	0,45±0,40	4,84±1,78*
Partida 3	1º tempo	14,73±2,41	51,18±5,67	18,75±5,16	6,25±3,48	0,45±0,39	8,20±2,34
	2º tempo	16,07±3,78	53,39±5,69	16,67±3,38	5,87±1,35	0,47±0,44	7,20±2,53 [#]

Os valores representam a média ± desvio padrão; * p< 0,05 vs 1^{era} etapa.; [#] p<0,05 vs partida 1. n=10

4.3 Gasto energético

Com a determinação do tempo que o árbitro permaneceu em cada ação motora, foi possível estimar seu gasto energético durante a partida (tabelas 6, 7 e 8). Para isto, foram aplicadas as equações descritas na seção de metodologia. Apesar de haver pequenas diferenças entre algumas ações motoras realizadas pelo árbitro nas diferentes partidas, estas diferenças não foram suficientes para modificar significativamente o valor total do gasto energético observado em cada partida. Entretanto, observou-se uma redução no gasto energético no segundo tempo das partidas onde os árbitros fizeram a ingestão de um volume pré-determinado de água mineral (ver gráfico 4). Esta redução foi estatisticamente significativa quando comparamos o gasto energético de $376,92 \pm 36,74$ kcal, do primeiro tempo com o $357,41 \pm 43,19$ kcal do segundo ($p<0,05$).

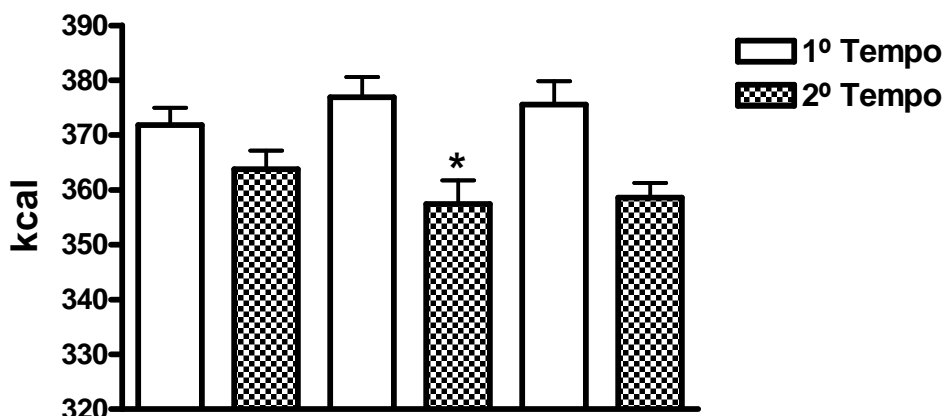


Gráfico 4. Gasto calórico dos árbitros em cada período do jogo. No segundo tempo das partidas onde os árbitros fizeram a ingestão de um volume pré-determinado de água mineral observou-se uma redução significativo no gasto energético.

Tabela 6 – Gasto calórico por ação motora dos árbitros na primeira partida (água *ad libitum*)

	Vel. m/seg.	vel. m/min	VO ₂ mL/kg/min	VO ₂ L/min	tempo	kcal
<i>Sprint</i>	5,08	304,8	64,46	5,55	0,19	8,87
<i>Corrida</i>	3,16	189,8	41,46	3,56	4,46	83,93
<i>Trote</i>	2,46	147,9	34,52	2,97	19,20	283,07
<i>Desloc. de costas</i>	2,46	147,9	34,52	2,97	4,58	73,85
<i>Andando</i>	1,62	97,5	13,25	1,14	47,08	265,51
<i>Parado</i>			3,5	0,30	13,30	20,34
					Total	735,58

Tempo expresso em minutos e segundos.

Tabela 7 – Gasto calórico por ação motora dos árbitros na segunda partida (hidratação com água).

	Vel. m/seg.	vel. m/min	VO ₂ mL/kg/min	VO ₂ L/min	tempo	kcal
<i>Sprint</i>	5,08	304,8	64,46	5,55	0,28	13,04
<i>Corrida</i>	3,16	189,8	41,46	3,56	5,46	102,60
<i>Trote</i>	2,46	147,9	34,52	2,97	16,51	249,03
<i>Desloc. de costas</i>	2,46	147,9	34,52	2,97	5,31	81,91
<i>Andando</i>	1,62	97,5	13,25	1,14	47,06	266,22
<i>Parado</i>			3,5	0,30	14,16	21,52
					Total	734,32

Tempo expresso em minutos e segundos.

Tabela 8 – Gasto calórico por ação motora dos árbitros na terceira partida (hidratação com repositor hidroeletrólítico).

	Vel. m/seg.	vel. m/min	VO ₂ mL/kg/min	VO ₂ L/min	tempo	kcal
Sprint	5,08	304,8	64,46	5,55	0,25	11,31
Corrida	3,16	189,8	41,46	3,56	5,27	97,84
Trote	2,46	147,9	34,52	2,97	15,56	234,48
Desloc. de costas	2,46	147,9	34,52	2,97	6,56	102,65
Andando	1,62	97,5	13,25	1,14	47,03	266,47
Parado			3,5	0,30	14,13	21,40
					Total	734,15

Tempo expresso em minutos e segundos.

4.4 Concentrações sanguíneas de lactato e glicose

As concentrações plasmáticas de glicose e lactato foram mensuradas antes e imediatamente após a partida, em cada etapa desta investigação e os resultados obtidos são apresentados na tabela 9. Observa-se que a concentração inicial e final de glicose não se modificou de forma estatisticamente significativa quando comparamos os resultados obtidos em todas as etapas deste estudo ($p > 0,05$). Na primeira partida, a concentração inicial foi de $84,7 \pm 17,23$ mg/dL e aumento para $99,8 \pm 18,43$ mg/dL após o termino da mesma. Este incremento na concentração plasmática de glicose foi estatisticamente significativo nas partidas 2 e 3, nas quais os árbitros receberam volumes pré-determinados de líquidos ($p < 0,05$). No caso das concentrações plasmáticas de lactato, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as partidas ou entre o seu início e final ($p > 0,05$).

Tabela 9 – Análise da concentração de glicose e lactato no sangue antes e depois da partida

	Glicemia (mg/dL)		Lactato (mmol/L)	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Partida 1	84,7±17,23	99,8±18,43	3,15±2,09	2,98±1,19
Partida 2	72,70±21,30	92,10±12,56*	2,86±1,46	3,27±0,95
Partida 3	80,22±13,15	101,56±10,21*	2,96±1,23	3,72±1,98

Os valores representam a média \pm desvio padrão. * $p < 0,05$ se comparado com o valor antes do jogo. n=10

4.5 Avaliação Morfológica

Os dados morfológicos da amostra de árbitros que foi avaliada durante os jogos neste estudo estão descritos na tabela 8. Na tabela 9, encontramos os dados antropométricos de todos os árbitros de futebol do Estado do Paraná. Como estes dados já foram publicados, maiores informações podem ser encontradas no apêndice A.

Tabela 10 – Dados morfológicos dos árbitros de futebol envolvidos no estudado e de todos os árbitros do Paraná

	Idade	Peso	Altura	IMC	%G	Circunf.	MG	MM	MO	MR
Árbitros do estudo										
Média	38,89	86,13	180,11	26,59	21,45	91,17	18,52	35,91	10,95	20,76
D.Padrão	3,79	7,11	7,04	2,13	3,71	5,52	3,74	2,42	3,21	1,71
Árbitros do Paraná										
Média	34,04	78,36	177,48	24,87	18,58	85,38	14,82	33,58	11,07	18,88
D.Padrão	6,08	10,33	6,13	2,86	4,29	7,37	4,86	3,80	1,91	2,50

Os valores referentes a altura e circunferência estão em cm, IMC= Índice de massa corporal (kg/m^2), %G= Porcentagem de Gordura, MG= Massa de Gordura, MM= Massa Magra, MO= Massa Óssea, MR= Massa Residual. n=10

Na análise do somatotipo geral dos árbitros avaliados neste estudo, observou-se que os mesmos apresentaram um somatotipo médio de 4,0-2,8-1,3, demonstrando um padrão predominante endomesomorfo. Durante a realização deste estudo, foi realizada uma avaliação antropométrica do total de árbitros do Estado do Paraná. A totalidade dos árbitros paranaenses apresentou um somatotipo médio de 3,8-4,4-1,8, demonstrando um padrão predominante meso-endomorfo. O perfil antropométrico dos árbitros que participaram do nosso estudo não foi estatisticamente significativamente diferente dos valores médios do total da categoria no Estado do Paraná ($p>0,05$).

4.6 Avaliação funcional

Os dados da avaliação funcional envolvendo os 10 árbitros que fizeram parte do objetivo principal deste estudo são apresentados na tabela 11. O primeiro teste físico a ser aplicado, segundo a normatização da FIFA, foi a corrida de 12 minutos, conhecido comumente como teste de Cooper. A distância percorrida pelos árbitros nesta prova foi de $2765,56 \pm 127,68$ metros. Após o teste aeróbico os

árbitros realizaram os testes anaeróbicos, corridas de 50 e 200 metros. O tempo gasto para percorrer a primeira corrida de 50 metros foi de $7,19 \pm 0,20$ s. Contudo, o tempo gasto para percorrerem o segundo pique de 50 metros foi de $7,12 \pm 0,37$ s. A diferença do tempo gasto para realizar o primeiro pique, versus o segundo, não foi estatisticamente significativo ($p > 0,05$). O tempo gasto pelos árbitros no primeiro pique de 200 metros foi de $30,08 \pm 0,67$ s e no segundo pique foi de $30,84 \pm 2,01$ s, não havendo diferença estatisticamente significativa entre estes ($p > 0,05$).

Tabela 11 – Resultados dos testes físicos dos árbitros envolvidos no estudo e de todos os outros árbitros do Paraná

	Cooper	50 m (1)	200 m (1)	50 m (2)	200 m (2)
Árbitros do estudo					
Média	2765,56	7,19	30,08	7,12	30,84
D. Padrão	127,68	0,20	0,67	0,37	2,01
Árbitros do Paraná					
Média	2791	6,99	29,83	7,15	30,93
D. Padrão	182	0,39	1,94	0,42	1,92

n= 10 árbitros do estudo; n= 222 árbitros do Paraná;(1) Primeiro pique (2) Segundo pique. n=10

Como destacado na metodologia, no final do ano de 2004 o autor deste trabalho participou como membro da equipe convidada pela Federação Paranaense de Futebol para realizar a avaliação física de todos os árbitros oficiais credenciados no Estado do Paraná com vistas à temporada 2005. Os resultados globais obtidos neste estudo estão apresentados na tabela 13. Maiores detalhes encontram-se no apêndice B. Comparando ambas as tabelas, percebe-se que os árbitros que participaram do nosso estudo obtiveram nos testes valores que não foram estatisticamente diferentes dos obtidos pela média geral dos árbitros paranaenses ($p > 0,05$).

5 DISCUSSÃO

5.1 Perda hídrica

A perda significativa de fluidos durante a atividade física tem sido observada em numerosas modalidades esportivas, tais como maratona, futebol americano, basquetebol, hockey, e outros. Esta perda é exacerbada por diferentes condições ambientais, tais como calor, alta umidade relativa do ar, falta de vento, e/ou restrição na reposição de fluidos (BARR, 1999; COYLE, 2004). Desta forma, em estudos de campo que sejam realizados em dias diferentes é necessário que estas condições climáticas sejam as mais próximas possíveis a fim de que os resultados obtidos possam ser comparáveis. O presente estudo foi desenvolvido em condições climáticas do tipo temperado, com uma temperatura ambiente média de $23,2 \pm 3,1^\circ \text{C}$, e uma umidade relativa do ar de $67,3 \pm 18,7\%$. Não foram encontradas diferenças significativas nestes parâmetros nas três etapas em que foi dividida esta pesquisa (ver tabela 1). Estas condições climáticas foram similares às encontradas por um estudo prévio, em que também foi avaliado o estado de hidratação de árbitros de futebol (Da SILVA e FERNANDEZ, 2003).

Neste estudo avaliamos a perda de fluidos corporais de árbitros oficiais de futebol após partidas profissionais de 90 minutos de duração, divididas em dois períodos de 45 minutos, com 15 minutos de intervalo. Na primeira partida os árbitros apresentaram uma perda total de água corporal de $2,10 \pm 0,57$ litros, equivalente a $2,44 \pm 0,53\%$ do seu peso corporal no início da mesma. Entretanto, o peso corporal apresentou uma redução de $1,91 \pm 0,57\%$, demonstrando que a ingestão espontânea de água (*ad libitum*) durante o intervalo da partida foi capaz de repor unicamente 21,7% dos fluidos perdidos durante o jogo. Estes resultados demonstram que os árbitros desenvolveram durante a partida uma desidratação moderada que não foi compensada pela ingestão espontânea de líquidos durante o intervalo. Este valor foi ligeiramente superior ao registrado em nosso estudo anterior, $2,05 \pm 0,44\%$, (Da SILVA e FERNANDEZ, 2003). Dados da literatura, no caso de jogadores de futebol, o grau de desidratação observado durante uma partida oscilou entre 1,70% do seu peso corporal a 3,08%, com temperaturas ambiente entre 19°C e 33°C , respectivamente (KIRKENDALL, 1993; LEATT, 1986; MUSTAFA e MAHMOUD, 1979). Entretanto, jogadores profissionais estudados durante o período de treino, com uma oferta de fluidos mais freqüente que durante uma partida, apresentaram uma desidratação equivalente 1,37% do seu peso corporal (MAUGHAN *et al.*, 2004). Após uma partida de

futebol o jogador pode apresentar um estresse térmico, sendo comum observar temperaturas corporais acima de 39° C (SANZ-RICO *et al.*, 1996; ELIAS, ROBERTS e THORSON, 1991).

A *performance* de um indivíduo durante uma atividade física está estreitamente ligada ao estado de hidratação. Tem sido descrito que uma perda de fluidos equivalente a 2% do peso corporal pode induzir a uma queda na capacidade aeróbica de até 20% (SALTIN e COSTILL, 1988). Entretanto, este efeito apresenta uma forte dependência da temperatura ambiente, pois níveis de desidratação que são bem tolerados a temperaturas moderadas (20° C), podem afetar a capacidade física do atleta a uma temperatura maior (> 30° C) (BARR, 1999). Gonzalez-Alonso *et al.* (1997) têm estudado este ponto utilizando ciclistas treinados para provas de enduro, que foram submetidos a todas as possíveis combinações de desidratação e temperatura. Eles encontraram que, tanto a hipertermia (incremento de 1° C na temperatura esofágica) como uma desidratação equivalente a 4% do peso corporal, de forma independente, reduzem o débito sistólico em 7-8% e incrementam a frequência cardíaca em 5%, resultando numa modificação não significativa do débito cardíaco. Quando ambos os fatores são combinados no mesmo indivíduo, observa-se uma queda significativa de 13% no débito cardíaco e na pressão arterial média. Fora estes efeitos cardiovasculares, tem sido observada uma queda na *performance* cognitiva quando desidratação e hipertermia estão presentes (GOPINATHAN, PICHAN e SHARMA, 1988).

Estes efeitos têm sido também observados em jogadores de futebol profissionais, em que atletas, competindo à temperatura ambiente, > 30° C, apresentavam um decréscimo de 50% na distância percorrida em alta intensidade (*running and sprint*) quando comparada com a condição controle a 20° C (EKBLUM, 1986). Resultados semelhantes foram encontrados por McGregor *et al.*, (1999), utilizando um teste de campo desenvolvido para simular as exigências de *performance* presentes durante uma partida de futebol. No caso dos árbitros, a desidratação pode ser um dos fatores que determinam a maior distância das faltas observadas nos últimos 15 minutos de uma partida e pela redução na distância percorrida pelos árbitros em atividades de alta intensidade durante o segundo tempo (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). No presente estudo, não observamos uma modificação nestas atividades, unicamente uma redução na distância percorrida trotando (ver tabela 4). As partidas avaliadas no presente estudo foram disputadas a uma temperatura média de 23° C, o que provavelmente reduziu a influência da temperatura numa possível queda na *performance* física ou mental dos árbitros.

A ingestão de água, carboidratos, eletrólitos ou combinações destas substâncias beneficia a atividade física (CONVERTINO *et al.*, 1996; CASA *et al.*, 2000; SAWKA *et al.*, 2007). Os benefícios podem expressar-se mediante melhora na *performance* e/ou uma redução no estresse fisiológico dos sistemas cardiovascular, nervoso ou muscular do atleta (COYLE, 2004). Vários estudos têm sido desenvolvidos com jogadores de futebol com o objetivo de determinar a melhor forma de repor água, eletrólitos e carboidratos, antes, durante e após a partida (ROGERS *et al.*, 1986; MCGREGOR *et al.*, 1999; BROAD *et al.*, 1996; MAUGHAN e LEIPER, 1994; MAUGHAN *et al.*, 2004 e 2005; CLARKE *et al.*, 2005; SHIRREFFS, SAWKA, STONE, 2006).

É conhecido que a ingestão de água durante exercícios do tipo intermitente (como é a atividade do árbitro de futebol) tem um efeito benéfico sobre a capacidade física (MCGREGOR *et al.*, 1999). Entretanto, até o momento, não foram desenvolvidos estudos com este objetivo com árbitros de futebol. Como descrito acima, a desidratação que acompanha a atividade física do árbitro não é compensada pela ingestão *ad libitum* de água mineral durante o intervalo. Desta forma, decidimos estudar o que acontece com o estado de hidratação e a *performance* motora dos árbitros quando são suplementados com um volume de fluido equivalente a 1% do seu peso corporal (50% antes da partida e 50% no intervalo). A reidratação com um volume definido de água mineral determinou uma queda significativa na perda total de água do organismo, se comparada com a ingestão *ad libitum*, $1,86 \pm 0,67\%$ do peso corporal no início da partida. Da mesma forma, a reidratação com a solução hidroeletrólítica isotônica reduziu quando comparada ao controle (*ad libitum*) a perda total de volume do organismo ($1,68 \pm 0,54\%$, ver gráfico 1). O peso corporal apresentou uma redução de $1,30 \pm 0,70\%$ e $1,02 \pm 0,66\%$, respectivamente. Desta forma a reidratação com água mineral foi capaz de repor 30,1% do volume dos fluidos perdidos e, com a solução hidroeletrólítica isotônica, 39,2%.

Num estudo prévio, mostramos que a perda total de fluidos do organismo do árbitro de futebol durante uma partida oficial se correlaciona significativamente com uma redução do seu volume plasmático, sendo que uma desidratação de 1 % determina uma redução de 2,5 % no volume plasmático (Da SILVA e FERNANDEZ, 2003). Desta forma, podemos prever que a desidratação observada nas três partidas analisadas, determinou uma redução no volume plasmático de aproximadamente 6,1%, 4,6% e 4,2%, respectivamente.

Os dados apresentados acima indicam que a ingestão prévias de volumes pré-determinados de fluidos, em especial a solução isotônica, antes e durante o intervalo da partida, foram capazes de reduzir significativamente as perdas de fluidos corporais dos árbitros, o que reduz acentuadamente a

possibilidade de que o mesmo venha a apresentar queda na capacidade física ou mental em decorrência da perda hídrica. O efeito desta melhora do estado de hidratação sobre a *performance* motora do árbitro durante a partida é discutido na próxima seção.

5.2 Performance motora durante a partida

A distância total percorrida durante uma partida provê um índice global do trabalho motor durante a mesma (REILLY e THOMAS, 1976). Durante uma partida oficial de futebol, os árbitros percorreram uma distância média de $9189,2 \pm 396,4$ metros (8411 – 9765 metros), um valor semelhante ao observado em outros estudos com árbitros oficiais (JOHNSTON e McNAUGHTON, 1994; CATTERAL *et al.*, 1993; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). Estes valores são, no entanto, inferiores aos observados no estudo de Castagna, Abt e D'Ottavio (2004), o qual avaliou os árbitros italianos. As diferenças observadas podem estar parcialmente relacionadas a níveis competitivos diferentes nos jogos estudados. Esta distância total percorrida pelo árbitro é similar àquela descrita para jogadores de futebol, em particular meio-campistas (BANGSBO, NORREGAARD, THORSOE, 1991; RIENZI *et al.*, 1998; MOHR, KRUSTRUP, BANGSBO, 2003; VAN GOOL, VAN GERVEN, BOUTMANS, 1988; TUMILTY, 1993; STOLEN *et al.*, 2005). A suplementação com fluidos não modificou de forma significativa esta distância, da mesma forma que não foram encontradas diferenças significativas entre o primeiro e segundo tempo da partida.

Num período que varia de 4 a 6 segundos, os árbitros modificam suas ações motoras (CATTERAL *et al.*, 1993; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). Desta forma, durante os 90 minutos de uma partida oficial ele realiza, em média, 1268 diferentes atividades; entre essas, 588 são atividades de baixa intensidade (parado, caminhando, trotando) e 161 de alta intensidade (corrida e *sprint*) (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). No presente estudo, observamos um padrão similar, o árbitro gasta aproximadamente 52% do tempo total da partida caminhando, 21% trotando e 15% parado. Ele percorre $4594,6 \pm 503,9$ metros caminhando e $2859,8 \pm 708,4$ metros trotando. Esta última distância se reduz significativamente no segundo período da partida (tabela 4). Esta prevalência de padrões de movimento a baixa velocidade (caminhar e trote) tem sido observada em outros estudos (ASAMI, TOGARI, OHASHI, 1988; CATTERALL *et al.*, 1993; JOHNSTON e MCNAUGHTON, 1994; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 1999; D'OTTAVIO e CASTAGNA, 2001b; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001), dentro de uma faixa entre 41,8% e 73,8% da duração da partida (CASTAGNA,

ABT e D'OTTAVIO, 2007). Os nossos resultados encontram-se dentro do limite superior desta faixa (73%). A melhora do estado de hidratação do árbitro não modificou significativamente estas percentagens: 71% na reidratação com água mineral e 70,3% com a solução hidroeletrólítica isotônica. Tem sido descrito que as atividades de baixa intensidade estão negativamente correlacionadas com o condicionamento aeróbico (CASTAGNA e D'OTTAVIO, 2001), sugerindo que o árbitro que desenvolve uma percentagem maior destas atividades provavelmente apresenta baixos níveis de condicionamento aeróbico. Diferenças no estilo de jogo e na intensidade da partida entre os países são outros fatores que devem ser levados em consideração quando se comparam os resultados obtidos em diferentes estudos (REBELO *et al.*, 2002; HELSEN e BULTYNCK, 2004). Por exemplo, tem sido reportado que os jogadores sul-americanos de alto nível percorrem, durante a partida, uma distância total 8638 metros, distância esta, significativamente menor que jogadores da primeira divisão do campeonato inglês (10104 metros), ou jogadores de elite da Dinamarca (10800 metros) (RIENZI *et al.*, 1998; BANGSBO, NORREGAARD, THORSOE, 1991; STOLEN *et al.*, 2005). Foi reportado, recentemente, que a *performance* física dos árbitros de futebol estava parcialmente relacionada com a *performance* dos jogadores na mesma partida (WESTON *et al.*, 2006).

Corridas de alta (*sprint*) e moderada velocidade (corrida) são raramente realizadas pelos árbitros de futebol. Assim como Rebelo *et al.* (2002), concordamos que esses tipos de ações motoras somente são desenvolvidos pelos árbitros em situações de contra-ataque de uma das equipes, ou quando está para ocorrer uma situação clara de gol; nesses momentos os árbitros procuram o melhor ângulo dentro de campo para visualizar as jogadas. No presente estudo, isto não aconteceu em mais do que 5,6% do tempo total da partida. Eles percorreram na primeira partida analisada, uma distância média de $903,2 \pm 327,6$ metros correndo e $98,1 \pm 81,5$ metros em *sprint*, sem se ter observado diferenças significativas entre as duas metades da partida (tabela 4). A melhora no estado de hidratação incrementou esta percentagem para 6,9% na segunda partida e 6,5% na última, entretanto isto não foi estatisticamente significativo ($p > 0,05$). Em diferentes estudos tem sido observado que a percentagem do tempo de partida gasto realizando atividades de alta intensidade variou de 4 a 18% (ASAMI, TOGARI, OHASHI, 1988; CATTERALL *et al.*, 1993; JOHNSTON e McNAUGHTON, 1994; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 1999; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; REBELO *et al.*, 2002), com uma redução significativa durante a segunda etapa da partida em alguns deles (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001), o que sugere uma fadiga do árbitro no final da partida. No presente estudo não observamos uma redução significativa nestas atividades durante a segunda etapa, independente do estado de hidratação

do árbitro. Entretanto, na segunda partida, quando o árbitro foi previamente hidratado com um volume pré-determinado de água mineral, o deslocamento de costas se reduziu significativamente no segundo tempo. É conhecido do estudo de Reilly e Bowen, (1984), que o deslocamento de costas demanda mais energia que a corrida, desta forma, os nossos resultados sugerem que os árbitros nesta partida se encontravam fatigados no final do jogo. Entretanto, ao comparar a percentagem do tempo total da partida gasto pelo árbitro nesta atividade motora, encontramos que, quando ingeriu água *ad libitum*, foi $5,5 \pm 1,7\%$, e se incrementou a $6,1 \pm 2,0\%$ quando reidratado com água mineral, e $7,7 \pm 1,5\%$ quando recebeu a solução hidroeletrólítica isotônica ($p < 0,05$).

Do exposto acima, podemos concluir que a melhora do estado de hidratação dos árbitros melhorou sua *performance* durante a partida, levando a um incremento significativo no tempo gasto realizando atividades motoras que demandam maior gasto energético, como por exemplo, corrida de costas.

Se compararmos o padrão de atividade motora durante uma partida oficial dos árbitros com os jogadores, não encontramos maiores diferenças. Os jogadores realizam em torno de 1179 mudanças de atividade durante os 90 minutos da partida, permanecendo em torno de 75% realizando atividades de baixa intensidade (caminhando e trotando), 13% parado, e 8% em atividades de alta intensidade (corrida e *sprint*) (BANGSBO, NORREGAARD, THORSOE, 1991; DRUST, REILLY e RIENZI, 1998).

5.3 Gasto energético

O gasto energético durante uma atividade física pode ser mensurado diretamente em laboratório ou estimado de forma indireta mediante a mensuração da frequência cardíaca ou por equações matemáticas que predizem o consumo de oxigênio. Os métodos indiretos são utilizados usualmente para estimar o gasto energético durante jogos de futebol (BANGSBO, MOHR e KRUSTRUP, 2006). Como descrito na introdução o registro da frequência cardíaca tem sido utilizada em diversos estudos para estimar a intensidade de um exercício e o envolvimento aeróbico de jogadores e árbitros de futebol (CATTERALL *et al.*, 1993; JOHNSTON e MCNAUGHTON, 1994; D'OTTAVIO e CASTAGNA, 2001a; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; REBELO *et al.*, 2002; HELSEN e BULTYNCK, 2004; ROMAN *et al.* 2004; BANGSBO, MOHR, KRUSTRUP, 2006; CASTAGNA, ABT e D'OTTAVIO, 2007; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2007;). Fatores tais como desidratação, hipertermia, e estresse mental elevam a frequência cardíaca sem alterar o consumo de oxigênio, o que leva a uma

superestimação desta variável. Em nosso estudo, por razões técnicas, não foi possível determinar a frequência cardíaca em todos os jogos. Por outro lado, vários trabalhos demonstraram que é possível estimar com uma precisão razoável o gasto energético de uma atividade física utilizando o consumo de oxigênio (HOPKINS e POWERS, 1982; COAST e WELCH, 1985; DANIELS, 1985; DANIELS e DANIELS, 1992). No presente estudo, a partir da determinação do tempo que os árbitros permaneceram em cada ação motora, foi possível estimar o gasto energético durante a partida e expressá-lo na forma de quilocaloria (kcal). O gasto energético estimado do árbitro de futebol durante as partidas foi, em média, de $734,7 \pm 65$ ($903,2 - 641,30$) kcal, sem diferenças significativas entre os três grupos de partidas estudadas. Este gasto energético apresentou uma redução no segundo tempo, um fato que pode ser explicado pela redução observada nas atividades de trote e de deslocamento de costas neste período. Num estudo prévio utilizando uma metodologia similar, encontramos um valor médio de 740,42 kcal durante a partida (Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2001). Entretanto, estes valores de gasto energético são significativamente inferiores ao valor de 1702 kcal reportado por Weston e Brewer (2002), que determinaram, em laboratório, a relação FC-VO₂ para estimar esse parâmetro. As diferenças observadas entre os estudos de campo e laboratório não são claras, mas é conhecido que as condições de laboratório não conseguem reproduzir de forma exata um exercício intermitente.

Se levarmos em consideração que uma pessoa do sexo masculino consome, em média, 2.900 kcal/dia (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1992; POWERS e HOWLEY, 2006), então a demanda energética do árbitro seria de 3.500 a 4.000 kcal/dia nos dias de jogo, já que sua demanda energética durante o jogo é, em média, superior a 700 kcal. Um jogador de futebol, para suportar a atividade física diária (treinamento) e o esforço físico decorrente de uma partida oficial de futebol, necessita consumir de 3.500 a 4.300 kcal/dia (CLARK, 1994, BANGSBO, MOHR e KRUSTRUP, 2006). O treinamento do jogador é mais frequente e com uma duração maior que o desenvolvido pelos árbitros, o que determina um custo energético maior. Isto determina que, a pesar do gasto energético do árbitro durante a partida ser semelhante ao dos jogadores, a necessidade de energia para suportar suas atividades físicas diárias (treinamento) seria menor.

Por outro lado, a partir da estimativa do uso do VO₂ em cada ação motora, é possível estabelecer outra maneira de se mensurar o gasto energético e também de se classificar a atividade física de acordo com sua intensidade. Isto é possível porque a quantidade de oxigênio que o corpo consome durante o exercício é diretamente proporcional à energia gasta por ele. Podemos estabelecer o

gasto calórico e a intensidade de atividades comuns, ocupacionais e recreativas, mediante a utilização do MET (equivalente metabólico) (AINSWORTH *et al.*, 1993).

Ao analisarmos o tempo gasto pelo árbitro em cada ação motora durante a partida, observamos que, dos 90 minutos de jogo, ele caminha, em média, 47 minutos, ou seja, 52% do tempo total da partida. Neste tipo de atividade, o consumo estimado de oxigênio foi de 13,25 VO₂ mL.kg⁻¹.min⁻¹, o que corresponde a um gasto energético de 3,8 METs. Outra ação de baixo consumo de oxigênio durante a partida é o tempo em que o árbitro permanece parado. O árbitro permanece 16% do tempo total de jogo parado, analisando alguma ação do jogo e, durante este momento, o seu gasto energético é de 3,5 VO₂ mL.kg⁻¹.min⁻¹, ou seja, de 1 MET. Portanto, durante aproximadamente 68% da partida, o árbitro realiza atividades físicas que consomem, em média, 8,4 mL.kg⁻¹.min⁻¹, que equivalem a um gasto energético de 2,4 METs, e podem ser classificadas como de baixa intensidade (DURNIN e PASSMORE, 1967; AINSWORTH *et al.*, 1993). Portanto, durante a maior parte da partida, o árbitro realiza atividades físicas consideradas como aeróbicas.

Nos restantes 32 % da partida, o árbitro realiza atividades físicas utilizando energia muscular proveniente do sistema aeróbico e anaeróbico (corrida de costas, trote, corrida e *sprint*). Com corridas de costas e trote, o consumo estimado de O₂ foi 34,52 mL.kg⁻¹.min⁻¹, o que corresponde a 9,8 METs, uma atividade classificada como intensa (DURNIN e PASSMORE, 1967). Durante somente 7% do tempo da partida os árbitros realizam atividades motoras do tipo corrida e *sprint*, com um consumo de energia de 41,46 VO₂ mL.kg⁻¹.min⁻¹ (11,8 METs) e 64,46 VO₂ mL.kg⁻¹.min⁻¹ (18,4 METs), respectivamente. Atividades com um consumo de energia superior a 10 METs são classificadas como extremamente intensas.

Para se obter uma medida não enviesada da intensidade média da atividade física do árbitro durante a partida, utilizou-se a média ponderada ao invés da média aritmética simples. A justificativa para isso é a de que a quantidade de METs gastos pelo árbitro depende da velocidade (dividida em 6 categorias neste estudo). Por exemplo, a quantidade despendida de METs na condição “parado” é relativamente inferior à quantidade gasta quando ele está executando um *sprint*. Ademais, há grande diferença no tempo total de permanência em atividades de alta e baixa velocidade. Portanto, a mensuração da média ponderada reduz fortemente a possibilidade de os resultados estarem enviesados pelos motivos destacados. Utilizando a média ponderada, estimou-se que o consumo energético médio de um árbitro equivale a 5 METs.

Com base neste resultado e utilizando a classificação da intensidade da atividade física por MET proposta por Ainsworth *et al.* (1993), pode-se classificar a atividade física do árbitro como sendo de moderada intensidade energética. Este resultado coincide com os dados obtidos de estudos em que a intensidade da atividade física do árbitro foi estimada a partir da frequência cardíaca (CATTERALL *et al.*, 1993; JOHNSTON e MCNAUGHTON, 1994; D’OTTAVIO e CASTAGNA, 2001a; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; REBELO *et al.*, 2002; HELSEN e BULTYNCK, 2004; ROMAN *et al.* 2004; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2007). Desta forma, a metodologia adotada em nosso estudo mostrou-se adequada para avaliar a intensidade da atividade física do árbitro durante a partida. Este padrão de gasto energético não sofreu alterações significativas pelo fato de o árbitro ser reidratado. Outros estudos são necessários para mensurar diretamente a captação de VO₂ durante a partida, através de medidas online, por exemplo, e a comparar com os valores de VO₂ estimados a partir da metodologia de *time-motion analysis* ou do registro da frequência cardíaca.

Resumindo, no presente estudo encontramos que, durante jogos oficiais de futebol, o árbitro realiza atividades físicas aeróbicas de baixa e moderada intensidade, perfil que se manteve independente do estado de hidratação. Durante a segunda etapa das partidas, o gasto energético apresentou uma redução significativa (gráfico 4). Outros estudos envolvendo árbitros de futebol também confirmam a utilização preferencial de energia proveniente do metabolismo aeróbico (ASAMI, TOGARI, OHASHI, 1988; CATTERALL *et al.*, 1993; JOHNSTON e McNAUGHTON, 1994; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 1999; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; CASTAGNA, ABT e D’OTTAVIO, 2004).

5.4 Perfil da concentração sanguínea de lactato e glicose

A medida das concentrações sanguíneas de lactato durante uma atividade física provê um indicador grosseiro do envolvimento da via glicolítica anaeróbica. A concentração plasmática média de lactato nos árbitros de futebol antes do jogo foi de $2,99 \pm 1,59$ mmol/L (1–8,7). Esta grande variação na concentração de lactato parece estar relacionada à forma de aquecimento realizado pelo árbitro, prévio ao jogo. Na maioria das vezes, este aquecimento é realizado dentro do próprio vestiário, contudo, principalmente nos estádios onde o alambrado está distante do campo de jogo, alguns árbitros realizam seu aquecimento físico dentro do próprio campo. Entretanto, observou-se que alguns árbitros optavam por fazer, no seu aquecimento, exercícios de baixa intensidade ou de alongamento, isso justifica

concentrações de lactato abaixo de 2 mmol/L. Os árbitros que realizaram o aquecimento fora do vestiário, realizaram exercícios físicos de maior intensidade, nestes árbitros foram encontradas concentrações de lactato superior a 8 mmol/L. Os árbitros que tiveram uma melhora do seu estado de hidratação apresentaram uma concentração média de lactato, após o jogo, superior à encontrada no início, mas sem ser estatisticamente significativa (tabela 9). Como descrito acima, estes árbitros realizaram uma percentagem maior de atividades motoras que demandam maior gasto energético e levam a uma maior produção de lactato. Krstrup e Bangsbo (2001) encontraram uma concentração média de lactato no árbitro, após o jogo, de 5 mmol/L. Este valor mais elevado apresentado pelos árbitros dinamarqueses pode ser explicado pela maior distância total média percorrida por eles (10700 metros). A intensidade das atividades físicas desses árbitros foi determinada mediante a mensuração da frequência cardíaca, correspondendo a 85% da frequência cardíaca máxima. Já Da Silva e Rodriguez-Añez (2007), que determinaram a intensidade da atividade física do árbitro brasileiro, relatam que sua frequência cardíaca média mensurada durante o jogo correspondeu a 70% de sua frequência cardíaca máxima. Portanto, a intensidade mais elevada da atividade física dos árbitros dinamarqueses é mais um fator que, somado à maior distância percorrida durante o jogo, pode justificar a maior concentração de lactato encontrada por esses autores.

Castagna, Abt e D'Ottavio (2002a) desenvolveram um estudo para determinar a relação entre os limiares de lactato sangüíneos e a intensidade da atividade física do árbitro durante a partida. Esses autores encontraram uma correlação positiva entre a velocidade de corrida e concentração de lactato no sangue de 4 mmol/L, com a distância total percorrida pelos árbitros durante a partida, 11584 metros.

Outra variável fisiológica avaliada mediante a coleta de sangue antes e após a partida foi a glicemia. As contrações musculares que ocorrem durante a prática esportiva favorecem o transporte da glicose sangüínea para o interior do músculo que, dependendo da duração da atividade física, pode levar à redução da glicemia (HOLLOSZY, 2003), o que não foi encontrado no presente estudo. Pelo contrário, nas partidas em que os árbitros apresentavam um melhor estado de hidratação, a concentração plasmática de glicose se incrementou significativamente no final das mesmas (tabela 9). A elevação da glicemia provocada pela atividade física desenvolvida pelo árbitro pode ser explicada pela elevação dos hormônios contra-reguladores, por exemplo, o cortisol. É sabido que o aumento da concentração deste hormônio depende da intensidade e duração do exercício físico (BLOCK e BUSE, 1990). Não temos resultados da variação na concentração de cortisol durante as partidas, entretanto, é conhecido que, quando ocorre elevação na concentração sangüínea do cortisol, provocado pela

atividade física, pode acontecer imunossupressão. Em um estudo desenvolvido por nosso grupo de estudo (Da SILVA e NUNES, 2006) foi observado que, após partidas oficiais, os árbitros apresentavam aumento no número de células que compõem o sistema imunitário. Esse mesmo fenômeno ocorre em pessoas que fazem atividade física com certa regularidade. Deste resultado, pode-se concluir que a intensidade da atividade física que o árbitro desenvolveu durante a partida não foi suficiente para gerar um estresse fisiológico que levasse a um aumento expressivo na concentração deste hormônio.

Na terceira etapa de nossa pesquisa, foi fornecida ao árbitro antes e no intervalo da partida, uma solução eletrolítica contendo 4% de carboidrato. O fornecimento de solução contendo carboidratos para jogadores de futebol 10 minutos antes da partida promoveu diminuição da utilização do glicogênio muscular, que tem como resultado o aumento da velocidade de corrida e da distância percorrida na segunda metade da partida. Os jogadores que ingeriram bebidas contendo carboidratos mantêm intensidade maior de exercícios durante a partida, quando comparados aos que consomem somente água (ZEEDERBERG *et al.*, 1996; SMITH *et al.*, 1998). De acordo com Hargreaves (1994), a ingestão de solução com carboidratos não somente antes da partida, mas também durante a mesma, resulta em melhora no desempenho físico, quando se trata de exercício de longa duração. Contudo, quando analisamos os dados referentes às atividades motoras realizadas pelos árbitros durante cada etapa do estudo (tabelas 4 e 5), não encontramos nenhuma diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) em relação à partida em que o árbitro ingeriu um volume equivalente de água mineral.

5.5 Avaliação morfológica

Fatores genéticos e culturais são associados com as diferenças antropométricas observadas ao comparar atletas de diferentes países. Entretanto, a massa corporal, altura e idade dos árbitros avaliados no presente estudo foram semelhantes aos valores reportados em estudos realizados em países europeus (RONTROYANNIS *et al.*, 1988; CASTAGNA, ABT e D'OTTAVIO, 2004; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). Os árbitros que fizeram parte da nossa amostra ($n = 10$) apresentaram um IMC de $26,59 \pm 2,13$ kg/m², superior à média de todos os árbitros do Paraná, que foi de $24,87 \pm 2,86$ kg/m², ($n = 220$) (apêndice A) e $24,78 \pm 2,44$ kg/m², ($n = 27$) de todos os árbitros da CBF pertencente a FPF (apêndice C). Quando confrontamos o índice da amostra com os árbitros da mesma faixa etária, isto é, entre trinta e quarenta anos ($n = 127$), esta diferença diminuiu, pois estes apresentam um índice de $25,28 \pm 3,0$ kg/m² (apêndice A). Estas diferenças não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Helsen e Bultynck

(2004) encontraram valores de IMC de $24,2 \pm 2,6 \text{ kg/m}^2$ em árbitros de elite que participaram das finais da Eurocopa de 2000. Indivíduos com valores de IMC $> 25 \text{ kg/m}^2$ são considerados acima do peso ideal, e com valores $> 30 \text{ kg/m}^2$, obesos. Desta forma, a nossa amostra de árbitros de elite do Paraná está ligeiramente acima dos valores de IMC recomendados.

O IMC é muito utilizado na prática com grandes populações, pois é um método antropométrico de procedimento rápido e de baixo custo, que se correlaciona bem com a gordura corporal e a incidência de doenças (CEDDIA, 1998). Contudo, de acordo com Barata (1994), este método é pouco eficaz quando aplicado ao desporto, pois os desportistas apresentam grandes massas musculares. Como os árbitros de futebol estão envolvidos num esporte de alto nível, que necessita de seus praticantes uma elevada qualidade de preparação física, foi determinado o percentual de gordura dos árbitros, mediante as dobras cutâneas, para que se pudesse determinar com exatidão a composição corporal. Os árbitros que fizeram parte desta amostra apresentaram uma percentagem de gordura corporal média de 21,45%. Já a média de todos os árbitros da CBF do Paraná foi de 19,37% (apêndice D), sendo que a de todos os árbitros do Paraná foi de 18,58% (tabela 10, e apêndice E). Com relação ao percentual de gordura, o valor médio encontrado neste estudo é superior ao valor médio encontrado em árbitros brasileiros do quadro da CBF 15,9% (Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2003), dos árbitros gregos 16,7% (RONTROYANNIS, *et al.*, 1998), de árbitros de elite espanhóis 11,3% (CASAJUS e CASTAGNA, 2006), porém semelhantes aos valores relatados por Schwingel *et al.*, (1998), num estudo envolvendo árbitros catarinenses: 20,7%. Resulta interessante destacar que a porcentagem de gordura corporal encontrada no presente estudo, foi também superior à descrita numa população de homens da região sul do Brasil, 16,14% (PETROSKI e PIRES-NETO, 1996). Portanto, tanto os árbitros que fizeram parte deste estudo quanto o conjunto dos árbitros oficiais paranaenses, apresentam porcentagem de gordura corporal que indicam a necessidade de que sejam submetidos a um aconselhamento nutricional e a um programa de treinamento físico adequados.

De fato, a quantidade de tecido adiposo no organismo é considerado um fator limitante para a *performance*, tanto que a maioria dos atletas de elite em diversos esportes apresenta baixos valores de gordura corporal. Reilly e Gregson (2006), analisando 13 jogadores profissionais de futebol mediante a técnica de *Dual-energy x-ray Absorptiometry*, observou uma percentagem de gordura corporal de 13%. Outros estudos, utilizando uma metodologia antropométrica, têm encontrado percentagem de adiposidade de 10,6% (GUERRA *et al.*, 2004) e 12,21% (BALIKIAN, 2002) em jogadores de futebol brasileiros, e 10,6 em jogadores de elite sul-americanos (REILLY, BANGSBO, FRANKS, 2000). Esses valores são

significativamente inferiores aos encontrados nos árbitros do presente estudo, o que indica que os mesmos apresentam uma porcentagem de gordura corporal superior à encontrada em atletas profissionais da mesma modalidade esportiva. Combinado com isto, foi observada uma queda significativa no nível de preparação física dos árbitros do Paraná (Da SILVA, 2005b). Este fato poderia estar correlacionado com a maior flexibilidade da Comissão de Arbitragem da Federação Paranaense de Futebol (FPF) na aplicação dos testes físicos de aptidão, aplicados no início de cada temporada, e na retirada do profissional de Educação Física, que desenvolvia um programa de treinamento físico específico com os mesmos. Esses fatores ajudam a explicar os altos índices de gordura corporal encontrados nos árbitros paranaenses.

Com relação ao somatotipo dos árbitros aqui avaliados, observou-se que o grupo foi caracterizado como endo-mesomorfo (4,0-2,8-1,3), ou seja, fica evidente o predomínio do componente adiposo, seguido do componente de músculo-esquelético e com pouca influência do componente de linearidade (estatura) (figura 1). Com relação ao somatotipo geral dos árbitros do Paraná, observa-se que o mesmo foi caracterizado como meso-endoromorfo (3,8-4,4-1,8), ou seja, fica evidente o predomínio do componente músculo-esquelético, seguido do primeiro componente (adiposidade) e pouca influência do componente de linearidade (estatura) (figura 2).

Não encontramos, na literatura, outros estudos de somatotipo de árbitros de futebol, entretanto, os resultados encontrados com jogadores de futebol nos permitem realizar associações com a atividade dos árbitros. Rahmawati, Budiharjo e Ashizawa (2006) encontraram um somatotipo meso-endoromorfo (2,7-4,9-2,9) em jogadores de futebol, ou seja, uma prevalência do desenvolvimento muscular sobre os componentes de gordura e lineal (estatura). Esse biotipo é muito diferente do encontrado no mesmo estudo, por exemplo, em atletas de voleibol. No grupo de árbitros não se esperava que a estatura tivesse uma influência direta na sua *performance*, entretanto, os componentes musculares e de gordura estão diretamente relacionados à sua *performance* durante a partida.

De acordo aos dados coletados da literatura, a idade em que os árbitros oficiais alcançam o nível máximo na sua carreira, é de 35 a 40 anos, 10 a 15 anos a mais que os jogadores de elite (CATTERAL *et al.*, 1993; Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑEZ, 2003; WESTON *et al.*, 2004; HELSEN e BULTYNCK, 2004). Entretanto, no mesmo período, sua condição atlética (morfológica) se reduz se comparada com árbitros mais jovens e jogadores. Isto pode ter um efeito negativo na sua *performance* física. Somatotipo é uma excelente ferramenta para estudar a estrutura morfológica de grupos de elite em diferentes esportes (CARTER, 2002). Então, considerando que os árbitros analisados trabalham nos campeonatos de maior nível, incluindo o campeonato brasileiro, este grupo deve ser estudado em maiores detalhes no futuro.

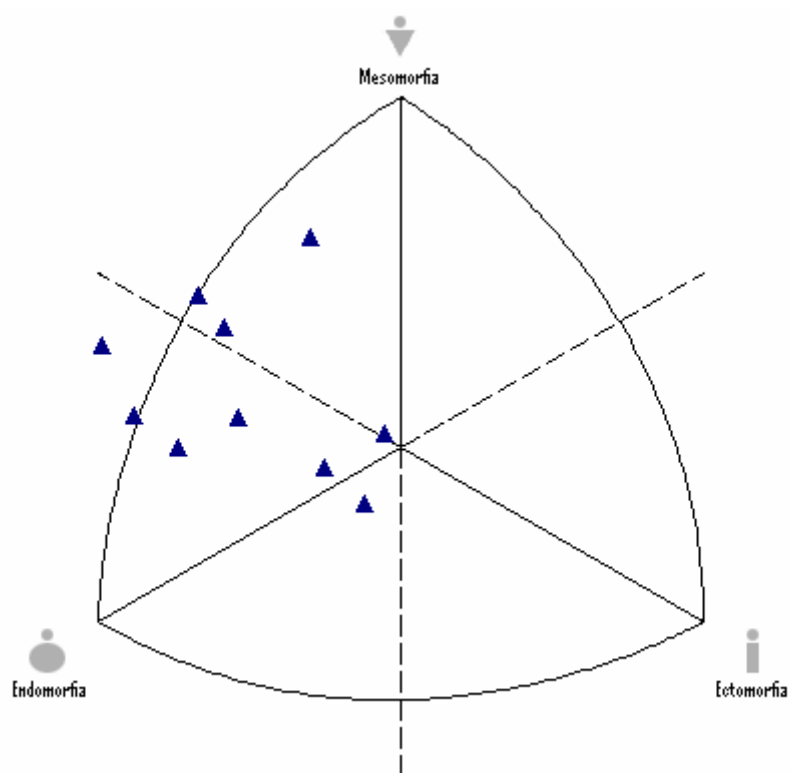


Figura 1. Somatocarta dos árbitros envolvidos neste estudo

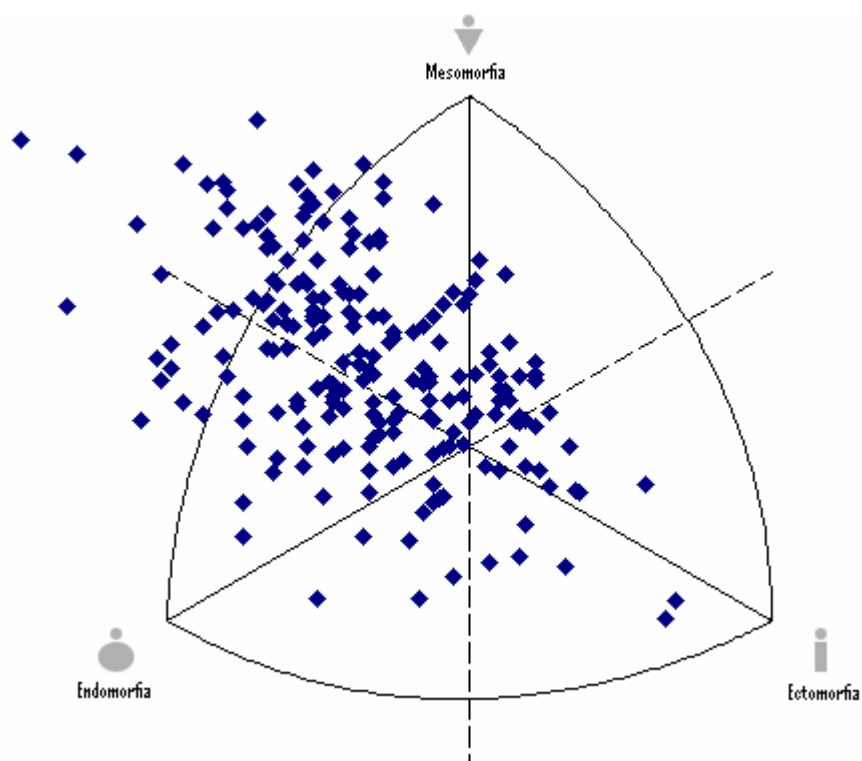


Figura 2. Somatocarta dos árbitros do Paraná

5.6 Avaliação funcional

Durante uma partida de futebol o árbitro deve analisar as jogadas que ocorrem em uma área que mede em média 8.250 m². Para conduzir as partidas de futebol de nível profissional, num espaço desta magnitude, o árbitro deve apresentar um bom nível de preparação física, pois seu esforço físico, como discutido anteriormente, é semelhante ao dos jogadores. Em termos de exigências perceptuais–cognitivas, um árbitro de elite toma aproximadamente 137 decisões observáveis por jogo (HELSEN e BULTYNCK, 2004). Segundo esses autores ainda, dado o tempo efetivo de jogo, um árbitro de alto nível toma 3-4 decisões por minuto. Em um estudo desenvolvido no Brasil, que tinha como objetivo análise do estresse psicológico do árbitro, concluiu que a preparação física inadequada era o fator mais estressante para os árbitros (SAMULSKI, NOCE, COSTA, 1999). Além de boa preparação física para estar bem posicionado para avaliar as jogadas, evitando com isso que as regras sejam violadas, o árbitro deve estar bem posicionado para analisar agressões entre os atletas, pois o risco de um jogador sofrer ferimento é cerca de 1000 vezes maior do que o encontrado na maioria de outras profissões (FULLER, JUNGE e DVORAK, 2004). Visando superar o problema da má preparação física do árbitro europeu e os do quadro internacional, a Union European Football Association (UEFA), a FIFA e, mais recentemente, a Federação Inglesa, buscaram profissionalizar seus árbitros. Afinal, o futebol mundial se tornou mais competitivo e mais rápido nos últimos anos e o árbitro não pode permanecer à margem desse desenvolvimento (WESTON *et al.*, 2004). Paralelamente, foi introduzida uma série de testes de campo para tentar avaliar o estado físico dos árbitros no início da temporada (EISSMANN, 1996).

O teste que vigorava durante a realização deste estudo envolvia uma corrida de 12 minutos para avaliar a capacidade aeróbica (Teste de Cooper) e duas corridas (*sprint*) de 50 e 200 metros, para avaliação da velocidade e resistência à velocidade, respectivamente. A distância média percorrida pelos árbitros envolvidos no presente estudo no teste de Cooper, foi de 2765 ± 127,68 metros. Esta distância é similar à obtida no total de árbitros do Paraná (tabela 11). Até o ano 2000, o teste era aplicado com uma seqüência inversa à atual, o teste de Cooper era o último a ser realizado. Num estudo prévio, realizado com 209 árbitros da FPF, avaliados no ano 2000, encontramos que os mesmos percorriam uma distância significativamente superior, 2842 ± 204,71 metros (Da SILVA, RODRIGUEZ-AÑEZ, ARIAS, 2004). Nessa mesma época foi publicado um estudo mostrando que o VO₂máx., estimado a partir do índice obtido pelos árbitros no teste de Cooper, executado antes e após os testes anaeróbicos, apresentava diferença significativa quando comparado com o VO₂máx. obtido em laboratório (Da SILVA, ROMERO e

TAKAHASHI, 2002). Em outras palavras, se o árbitro realizasse a corrida de 12 minutos antes das provas anaeróbicas, ele apresentaria um melhor resultado. Entretanto, a redução na distância total percorrida durante o teste de Cooper sugere que os árbitros da FPF estão com níveis de capacidade aeróbica inferior à que apresentavam no ano 2000.

Como descrito anteriormente, não existe diferença significativa entre os tempos obtidos no primeiro e segundo pique de 50 metros ($p > 0,05$). A velocidade dos árbitros neste teste diminuiu quando comparamos com os resultados da temporada 2000, em que os árbitros do Paraná levaram $6,93 \pm 0,37$ s para percorrerem os 50m (Da SILVA, RODRIGUEZ-AÑEZ, ARIAS, 2004). De acordo com Da Silva, Romero e Takahashi, (2002) a velocidade dos árbitros nos testes anaeróbicos decresceria, tendo em vista a nova seqüência na aplicação dos testes definida pela FIFA. Mesmo apresentando redução na velocidade durante o teste de 50 m, os árbitros paranaenses continuaram apresentando tempo semelhante ao dos árbitros da UEFA (7,09 s) (EISSMANN, 1996). Como nas outras provas, na que avalia a resistência à velocidade (200 metros) também foi observada uma redução significativa na velocidade quando se compara ao tempo obtido no teste aplicado no ano 2000 ($29,36 \pm 1,71$ s) (Da SILVA, RODRIGUEZ-AÑEZ, ARIAS, 2004). No atual cenário, fica difícil definir se a queda na velocidade dos árbitros estudados ocorreu em decorrência da redução das capacidades físicas ou pela troca na ordem de aplicação dos testes.

A pesar de ter sido mostrado que o teste de Cooper está relacionado com a *performance* física durante a partida (CASTAGNA, ABT e D'OTTAVIO, 2002b), ele envolve uma forma de corrida muito diferente da que é observada usualmente durante o trabalho do árbitro. Por outro lado, um estudo recente com árbitros internacionais que trabalharam na Copa do Mundo - Sub 17, de 2003, não encontrou nenhuma correlação entre o desempenho nos testes de 50 e 200 metros, com as atividades motoras durante a partida (MALLO *et al.*, 2007). Desta forma, nos últimos anos, têm surgido alguns estudos propondo novas formas de avaliação do estado físico dos árbitros, utilizando testes de campo mais relacionados com as atividades motoras reais do mesmo durante uma partida oficial (CASTAGNA, ABT e D'OTTAVIO, 2007). Uma das sugestões é a utilização do teste de recuperação intermitente de Yo-Yo, que consiste em corridas repetidas em um percurso de 20 metros, até a exaustão, com períodos de descanso ativo de 10 s a cada dois piques de 20 metros (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). Este teste utiliza atividades intermitentes mais relacionadas com a atividade real do árbitro durante uma partida oficial, e apresenta uma boa correlação ($r = 0,75$) com a distância coberta com atividades de alta intensidade (> 15 km/hora) e com a distância total percorrida durante partidas oficiais ($r = 0,66$). A validade deste teste foi confirmada em outros estudos (CASTAGNA, ABT e D'OTTAVIO, 2005).

6 CONCLUSÃO

Os dados do presente trabalho indicam que a ingestão de volumes pré-determinados de fluidos, em especial a solução isotônica, antes e durante o intervalo da partida, foi capaz de reduzir significativamente a perda hídrica do árbitro no transcorrer do jogo. Desta forma, a ingestão de uma solução hidroeletrólítica anula a possibilidade de o árbitro vir a apresentar uma queda no seu desempenho físico ou mental no transcorrer da partida, em decorrência da perda hídrica. Alguns árbitros relataram que não ingeriam qualquer substância líquida antes da partida, porque sentiam certo desconforto estomacal. Contudo, quando foi oferecida uma bebida esportiva (repositor hidroeletrólítico), os árbitros ingeriram bem, tanto antes como no intervalo da partida, pois gostaram do paladar e acreditaram que aquela bebida melhoraria sua capacidade física durante o jogo. Portanto, seria fundamental que os árbitros fossem aconselhados a se hidratar antes e durante suas atividades físicas (treinamento e partidas).

O gasto energético do árbitro foi em média de 700 kcal, e a intensidade da atividade física do árbitro no transcorrer do jogo correspondeu a 5 METs, ou seja, de uma atividade física classificada, segundo a literatura científica, como aeróbica. Contudo, foi observado que, em determinados momentos, a atividade física do árbitro exige um consumo de $64,46 \text{ VO}_2 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ que corresponde a 18,4 METs, ou seja, de uma atividade física anaeróbica. Portanto, a atividade física do árbitro durante a partida pode ser considerada de predominância aeróbica, com períodos significativos onde o sistema energético anaeróbico se faz presente.

O deslocamento médio dos árbitros foi de $9155,5 \pm 379$ metros. Contudo, as atividades de alta intensidade se fizeram presente apenas 6% do tempo total de jogo. Apesar das ações motoras de alta intensidade estarem presentes em uma porcentagem tão baixa durante a partida, são estas que são desenvolvidas pelos árbitros nos momentos decisivos da partida, ou seja, quando uma equipe sai em contra ataque, após um lançamento. Portanto no momento que pode ocorrer um gol ou ser marcado um pênalti, o árbitro esta se deslocando em alta velocidade. A relação das atividades de alta e baixa intensidade é de aproximadamente 1:7, o que significa que uma atividade de alta intensidade ocorre a cada 7 atividades de baixa. Assim sendo, durante o treinamento físico, os exercícios de potencia e velocidade, são imprescindíveis, ou seja, atividades aeróbicas e anaeróbicas devem compor o programa de treinamento do árbitro de futebol.

Os testes físicos comprovaram que os árbitros do Paraná estão com um baixo nível de capacidade física, que esta vem se deteriorando a cada ano quando comparamos os resultados obtidos

neste estudo com os obtidos por esses mesmos árbitros em testes físicos aplicados em anos anteriores. Os testes desenvolvidos pela FIFA para mensurar as capacidades físicas dos árbitros já sofreram três modificações nesta última década. Portanto não se chegou ainda a um teste que possa realmente refletir a capacidade física do árbitro de futebol, com as ações motoras que o árbitro utiliza durante o jogo.

As variáveis antropométricas aqui aplicadas indicaram que os árbitros do Paraná, tanto do quadro Estadual quanto os considerados de elite, ou seja, da CBF, estão com um percentual de gordura acima do indicado para homens. Portanto, seria conveniente a Federação Paranaense de Futebol, bem como, outras Federações e principalmente a Confederação Brasileira de Futebol, oferecer aos árbitros programas nutricionais, visando fornecer informações sobre como deve ser sua nutrição para o treinamento físico, o jogo e para o seu dia-a-dia.

7. BIBLIOGRAFIA

ADOLPH, E. F. **Physiology of the man in the desert**. New York: Interscience, 160-161, 1947.

AINSWORTH, B.E; HASKELL, W.L; LEON, AS; JACOBS, Jr. DR; MONTOYE, HJ; SALLIS, J.F; PAFFENBARGER, Jr. R.S. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 25(1):71-80, 1993.

ALVARENGA, J. G. S. LOPES, R. F. A. Estudo comparativo entre somatotipias e técnicas de saídas de circundução e agarre da natação. **Revista Brasileira de Ciência do Movimento**. Brasília, 10(2):49-54, 2002.

AMARANTE, C. Nutrição e saúde. 2000 Disponível em: [http:// www.surfpro.com.br/noticias/nutrisd.htm](http://www.surfpro.com.br/noticias/nutrisd.htm) Acesso em: 23/05/2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. **Guideline for graded exercise testing and exercise prescription**. Philadelphia : Lea & Febiger, 1980.

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. **Guidelines for exercise testing and prescription**. 5ª th ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 1995.

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. **Programa de condicionamento físico da ACSM**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1999.

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. **Manual do ACSM para teste de esforço e prescrição de exercício**. 5. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003.

ASAMI, T. TOGARI, H. OHASHI, J. Analysis of movement patterns of referees during soccer matches. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. J. eds. **Science and Football**. London, E& E N. Spon, 341-345, 1988.

ASTRAND, P. RODAHL K. **Tratado de Fisiologia do Exercício**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BALIKIAN, P. LOURENÇÃO, A. RIBEIRO, L. F. P. FESTUCCIA, W. T. L. NEIVA, M. C. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Rio de Janeiro**, v. 8, nº 2, 2002

BARBANTI, V. J. Teoria e prática do treinamento desportivo. 2^a ed. São Paulo: Editorial Edgard Blücher LTDA, 1997

BANGSBO J, LINDOVIST F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **International Journal of Sports Medicine**. 13:125-32, 1992.

BANGSBO, J. MOHR, M. KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**. 24(7), 665-674, 2006.

BANGSBO, J. NORREGAARD, L. THORSOE, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sports Sciences**. 16: 110-116, 1991.

BARATA, J. L. T. Composição corporal. **Revista Portuguesa de Medicina Desportiva**. Lisboa, v.12, p.76-78, 1994.

BARR, S.I. Effects of dehydration on exercise performance. **Canadian Journal of Applied Physiology**. 24(2):164-172, 1999.

BLOCK, K. P. BUSE, M. G. Glucocorticoid regulation of muscle branched-chain amino acid metabolism. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 22:316-24, 1990.

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

BROAD, E.M. BURKE, L. COX, G. HEELEY, P. RILEY, M. Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. **International Journal of Sport Nutrition**. 6:307-320, 1996.

BUBB, W. J.; MARTIN, A. D.; HOWLEY, E. T. Predicting oxygen uptake during level walking at speed of 80-130 m/min. **Journal Cardiopulmonary Rehabilitation** 5(10):462-465, 1985.

CALLAWAY, C. W. CHUMLEA, W. C. BOUCHARD, C. HIMES, J. H. LOHMAN, T. G. MARTIN, A. D. MITCHELL, C. D. MUELLER, W. H. ROCHE, A. SEEFELDT, V. Circumferences. In T. G. Lohman, et al. (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1991.

CARTER, J. E. L. **The heath-carter anthropometric somatotype - instruction manual**. San Diego, USA, 2002.

CARTER, J. E. L. Heath BH. **Somatotyping-Development and Applications**. Cambridge University Press, New York, 1990.

CARTER, J. E. L. **The Heath–Carter Somatotype Method**. San Diego State University Syllabus Service, San Diego, 1980.

CARTER, J. E. L. Somatotypes of college football players. **Research Quarterly**. 39:476–481, 1968.

CASA, D.J. ARMSTRONG, L.E. HILLMAN, S.K. MONTAIN, S.J. REIFF, R.V. RICH, B.S. ROBERTS, W. STONE, J. National athletic trainers`association position statement: Fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**. 35(2): 212-234, 2000.

CASAJUS, J. A. CASTAGNA, C. Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. **Journal of Science and Medicine in Sport**. 133; 1-8, 2006.

CASTAGNA, C. e D'OTTAVIO, S. Effect of maximal aerobic power on match performance in elite soccer referees. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 15(4):420-425, 2001.

CASTAGNA, C. ABT, G. D'OTTAVIO, S. The relationship between selected blood lactate thresholds and match performance in elite soccer referee. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 16 (4), 623 – 627, 2002a.

CASTAGNA, C. ABT, G. D'OTTAVIO, S. Relation between fitness tests and match performance in elite Italian soccer referees. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 16(2), 231-235, 2002b.

CASTAGNA, C. ABT, G. D'OTTAVIO, S. Activity profile of international-level soccer referees during competitive matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 18 (3), 486 – 490, 2004.

CASTAGNA, C. ABT, G. D'OTTAVIO, S. Competitive-level differences in Yo Yo intermittent recovery and twelve minute run test performance in soccer referees. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 19 (4), 805-809, 2005.

CASTAGNA, C. ABT, G. D'OTTAVIO, S. Physiological Aspects of Soccer Refereeing Performance and Training. **Journal of Sports Medicine**. 37 (7): 625-646, 2007.

CATTERALL, C.; REILLY, T.; ATKINSON, G.; COLDWELLS, A. Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. **British of Journal Sport Medicine**, 27(3):193-196, 1993.

CEDDIA, R. B. Gordura corporal, exercício e emagrecimento. **Revista Sprint**. Rio de Janeiro. nº. 99, 10-20, 1998.

CLARK, N. **Guia de nutrição desportiva**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

CLARK, K. Nutritional guidance to soccer players for training and competition. **Journal of Sports Science**. 12:S43-S50, 1994.

CLARK, N. Recuperação do trabalho exaustivos. **Revista Sprint**. Rio de Janeiro, ano IX. Maio/junho. Rio de Janeiro: 39 – 42, 1990.

CLARKE, N. D. DRUST, B. McLAREN D. P. REILLY, T. Strategies for hydration and energy provision during soccer-specific exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. 15:625-640, 2005.

COAST, J. WELCH, H. G. Linear increase in optimal pedal rate with increased power output in cycle ergometry. **European Journal of Applied Physiology**. 53:339-342, 1985.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE DESPORTOS. **Regras do futebol**. Rio de Janeiro: Palestras Edições, 1978.

CONVERTINO, V. ARMSTRONG, L. COYLE, E. MARCK G. SAWKA, M. SENAY L. SHERMAN W. American College of Sports Medicine position stand: exercise and fluid replacements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 28: i-vii, 1996.

COOPER, K. H. **O programa aeróbico para o bem-estar total**. Rio de Janeiro: Nordica, 1982.

COSTILL, D.L. COTÉ, R. FINK, W. Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. **Journal of Applied Physiology**. 40: 6-10, 1976

COSTILL, D. L. Fluids for athletic performance: why and what should you drink during prolonged exercise? In: The new runners diet. Mountain View: **World Publication**. 130, 1977.

COYLE, E. F. Fluid and fuel intake during exercise. **Journal of Sports Science**. 22:39-55, 2004.

CUCHIARO, A. L. **Relação entre consumo/demanda energética, gordura corporal e estresse**. Santa Maria: Kinesis, (22)113-124, 2000.

CSEF - Canadian Society for Exercise Physiology. The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Appraisal: CSEP's guide to health active living. 2nd ed. Ottawa: CSEF, 1998.

DANIELS, J. A physiologist's view of running economy. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**. 17:332-338, 1985.

DANIELS, J. DANIELS, N. Running economy of elite male and elite female distance runners. **Medicine and Science in Sports Exercise**. 24: 483-489, 1992.

Da SILVA, A. I. **Bases científicas e metodológicas para o treinamento do árbitro de futebol**. Curitiba: Imprensa da UFPR, 2005a.

Da SILVA, A. I. Aptidão física de árbitros de futebol aplicando-se à nova bateria de testes da FIFA. **Revista da Educação Física/UEM**. Maringá, v.16, n.1, p.49-57, 2005b.

Da SILVA, A. I. FERNÁNDEZ, R. P. Dehydration of football referees during a match. **British Journal of Sports Medicine**. Dez. 37:502-506, 2003.

Da SILVA, A. I. NUNES, E. A. Contagem leucocitária em árbitros profissionais antes e após partidas oficiais de futebol. **Journal of Fitness & Performance**. Rio de Janeiro, v.5, nº.2, 65-69, 2006.

Da SILVA, A. I. RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. Ações motoras do árbitro de futebol durante a partida. **Revista Treinamento Desportivo**. Londrina, v. 4: n.º 2: p. 5-11, 1999.

Da SILVA, A.I. RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. Dispendio energético do árbitro de do árbitro assistente de futebol. **Revista da Educação Física/UEM**. Maringá, v.12, n.º2, p.113-118, 2001.

Da SILVA, A.I. RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. Níveis de aptidão física e perfil antropométrico dos árbitros de elite do Paraná credenciados pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF). **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. Portugal. v. 3, nº 3 p.18-26, 2003.

Da SILVA, A. I. ; RODRIGUEZ-ANEZ, C. R. Resposta cardíaca da atividade física do árbitro de futebol durante a partida. **Cadernos Camilliani**. Espirito Santo, v. 8, p. 83-90, 2007.

Da SILVA, A. I. RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. ARIAS, V. D. C. Níveis de aptidão física de árbitros de elite da Federação Paranaense de Futebol. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. Brasília, v. 12: n.º 1: p. 63-70, 2004.

Da SILVA, A. I. ROMERO, E. F. FERNANDEZ, R. MENSLIN, R. Análisis de un test más específico para evaluar la capacidad aeróbica del árbitro de fútbol. Buenos Aires. Revista Digital: www.efdeportes.com año 9, octubre, nº 65. Acesso em: 8/10/2003.

Da SILVA, A. I.; ROMERO, E. F.; TAKAHASHI, K. Análisis de los tests empleados por al FIFA para evaluar a sus árbitros. Buenos Aires. Revista Digital: www.efdeportes.com , año 8, junio, nº 49. Acesso em: 2/08/2004.

De GARAY, A. L. LEVINE, L. CARTER, J. E. L. **Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes**. Academic Press, New York, 1974.

De ROSE, E. H. PIGATTO, E. De ROSE, R.C. **Cineantropometria, educação física e treinamento desportivo**. Brasília: SEED, 1984.

De ROSE, E. H. PIGATTO, E. De ROSE, R. C. F. **Cineantropometria, educação física e treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: FAE, 1982.

De VRIES, H. A. HOUSH, T. J. **Physiology of exercise**. 5. ed. Brown and Benchmark, p. 636. 1994.

DILL, D. B. COSTILL, D. L. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. **Journal of Applied Physiology**. 37(2):247-248, 1974

D'OTTAVIO, S. CASTAGNA, C. Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. **Journal of Sports Medicine and Physiological Fitness**. Mar; 27–32, 2001a.

D'OTTAVIO, S. CASTAGNA, C. Analysis of match activities in elite soccer referees during actual match play. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 15 (2), 167-171, 2001b.

DRUST, B. REILLY, T. RIENZI, E. Analysis of work rate in soccer. **Sports Exercise**. Inj. 4:151-5, 1998.

DUCHMAN, S. M. BLEILER, T. L. SCHEDL, H. P. SUMMERS, R. W. GISOLFI, C. V. Effects of gastric function on intestinal composition of oral rehydration solutions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 22 (2) S89, 1990.

DURNIN, J. V. G. A. PASSMORE, R. **Energy, work and leisure**. London: Heinmann, 1967.

EISEMAN, A. J. MACKENZIE, A. J. PETERS, J. Protein and water of serum and cells of human blood with a note in the measurement of red blood cell volume. **Journal of Biological Chemistry**. 116:33-45, 1936.

EISSMANN, H. J. **El árbitro de fútbol**. Madrid: Editorial Gymnos, 1996.

ELIAS, S. R. ROBERTS, W. O. THORSON, D. C. Team sports in hot weather. Guidelines for modifying youth soccer. **Phys Sports Medicine**. 19:67-78, 1991.

EKBLOM, B. Applied physiology of soccer. **Sport Medicine**. 3, 50 – 60, 1986.

EKBLOM, B. Applied physiology of soccer. **Sport Medicine**. 3:50-60, 1993.

EKBLOM, B. **Football (soccer)**. London: Blackwell Scientific, 1994.

FIFA. **Regras do jogo.** Zurich, Suíça, 2007.

FORTEZA, A. R. **Entrenamiento deportivo: ciencia e innovación tecnológica.** La Habana, Editorial Científico – Técnica. 2001.

FOSS, M. L. KETEYIAN, S. J. Fox, **Bases fisiológicas do exercício e do esporte.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000.

FOX, E. L. BOWERS, R. W. FOSS, M. L. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

FULLER, C. W. JUNGE, A. DVORAK, J. An assessment of football referees' decisions in incidents leading to player injuries. **The American Journal of Sports Medicine.** v. 32, n.º 1 suppl. 17s-21s, 2004.

GALLOWAY, S. D. Dehydration, rehydration, and exercise in the heat: rehydration strategies for athletic competition. **Canadian Journal of Applied Physiology** 24:188-200, 1999.

GARCIA, J. L. A. **Balonmano: Metodologia y alto rendimiento.** Barcelona: Editorial Paidotribo, 1994

GERALDES, A. A. R. **Ginástica localizada: teoria e prática.** Rio de Janeiro: Sprint, 1993.

GHOSH, S. MALIK, S. L. A. A Comparative study of age changes in somatotypes of Brahmin and Rajput Boys of Sundarnagar, Himachal Pradesh. **The Anthropologist.** 6(1):19-23, 2004.

GODIK, M. A. **Futebol: preparação dos futebolistas de alto nível.** Londrina: Grupo Palestra Sport, 1996.

GOETGHEBUER, G. **El triatlón.** España: Editora Tikal, 1994.

GOMES, M. H. P. **Nutrição do atleta adolescente.** 2ª ed. Rio grande do Sul: Sagrada, 1988.

GONZALEZ-ALONSO, J. MORA-RODRIGUEZ, R. BELOW, P. R. COYLE, E. F. Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. **Journal of Applied Physiology**. 82(4):1229-1236, 1997.

GOPINATHAN, P.M. PICHAN, G. SHARMA, V.M. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. **Archives of environmental health**. 43(1):15-17, 1988.

GORDON, C. C. CHUMLEA, W. C. ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In TG. Lohman, et al. (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1991.

GREENLEAF, J. E. CASTLE, B. L. Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. **Journal of Applied Physiology**. 30:847-853, 1971.

GUERRA, I. CHAVES, R. BARROS, T. TIRAPEGUI, J. The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. **Journal of Sports Science and Medicine**. 3;198-202, 2004.

GUGLIELMO, L. G. A. Limiar de Conconi e percepção da frequência cardíaca máxima. In: DENADAI, B. S. **Avaliação aeróbia**. São Paulo: Motrix, 2000.

GUYTON, A. C. ARTUR, C. HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier editora, 2006.

HARGREAVES, M. Carbohydrate and lipid requirements of soccer. **Journal of Sports Science**. 12:S13-6, 1994.

HARRISON, G.G. BUSKIRK, E. R. CARTER, J. E. L. JOHNSTON, F. E. LOHMAN, T. G. POLLOCK, M. L. ROCHE, A. F. WILMORE, J. Skinfold thicknesses and measurements technique (pp.55-80). In LOHMAN, T. G. et al. (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1991.

HEATH, B. CARTER, J. E. L. A modified somatotype method. **American Journal of Physical Anthropology**. 27:57-74, 1967.

HELSEN, W. BULTYNCK, J. B. Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. **Journal of Sports Science**. 22, 179-189, 2004.

HEYWARD, V. H. STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. Barueri: Manole, 2000.

HOLLMANN, W. HETTINGER, T. **Medicina de esporte**. São Paulo: Manole, 1989.

HOLLOSZY, J. O. A forty-year memoir of research on the regulation of glucose transport into muscle. **American Journal of Physiology**. 284:E453-67, 2003.

HOPKINS, P. POWERS, S. Oxygen uptake during submaximal running in highly trained men and women. **American Corrective Therapy Journal**. 36:130-32, 1982.

HOWLEY, E. T. FRANKS, B. D. **Health/fitness instructor's handbook**. 2^a ed. Champaign, human Kinetics, 1992.

JACKSON, A. S. POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**. 40 (3):497-502, 1978.

JOHNSTON, L. MCNAUGHTON, L. The physiological requirements of soccer refereeing. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport**. 26 (3-4): 67-72, 1994.

KATCH, F. I. MCARDLE, W. D. **Nutrição, controle de peso e exercício**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1990.

KAMEL, D. KAMEL J. G. N. **Nutrição e atividade física**. Rio de Janeiro: Sprint, 1996.

KATCH, F. I. MCARDLE, W. D. **Nutrição exercícios e saúde**. 4^a ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1996.

KIRKENDALL, D. T. Effects of nutrition on performance in soccer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 25, 1370 – 1374, 1993.

KOLKA, M. A. STEPHENSON, L. A. WILKERSON, J. E. Erythrocyte indices during a competitive marathon. **Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**. 52:168-172, 1982.

KOULMANN, N. JIMENEZ, C. REGAL, D. BOLLIET, P. LAUNAY, J.C. SAVOUREY, G. MELIN, B. Use of bioelectrical impedance analysis to estimate body fluid compartments after acute variations of the body hydration level. **Medicine & Science in Sports & Exercises** 32(4):857-864, 2000.

KRAEMER, R. R. BROWN, B. S. Alterations in plasma-volume-corrected blood components of marathon runners and concomitant relationship to performance. **European Journal of Applied Physiology**. 55:579-584, 1986.

KRUSTRUP, P. BANGSBO, J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. **Journal of Sports Science**. (19), 881-891, 2001.

KRUSTRUP, P., M. MOHR, T. AMSTRUP, T. RYSGAARD, J. JOHANSEN, A. STEENBERG, P.K. PEDERSEN, AND J. BANGSBO. The yoyo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 35(4) : 697–705. 2003.

LANGAN, J. K. SCHEFFEL, U. McINTYRE, P. A. The hematopoietic System. In **Nuclear Medicine: Technology and Techniques**. C.V. Mosby Company, St. Louis, 485-504, 1989.

LATISKEVITS, L. A. **Balonmano: deporte & entrenamiento**. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1991.

LEATT, P. **The effect of glucose polymer ingestion on skeletal muscle glycogen depletion during soccer match play and its resynthesis following a match**. Msc Thesis, University of Toronto. 1986.

LÉGER, L. A. MERCIER, D. GADOURY, C. LAMBERT, J. The multistage 20-meter Shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sport Science**. 6:93-101, 1988.

LLOYD, L. E. MCDOLNARD, B. E. CRAMPTON, E. W. **Fundamentos de nutrición**. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1982.

MALLO, J. NAVARRO, E. GARCIA-ARANDA, J. M. GILIS, B. HELSEN, W. Activity profile of top-class association football referees in relation to performance in selected physical tests. **Journal of Sports Science**. 25(7): 805 – 813, 2007.

MAUGHAN, R. J. LEIPER, J. B. Fluid replacement requirements in soccer. **Journal Sports Science**. 12:S29-S34, 1994.

MAUGHAN, R. J. SHIRREFFS, S. M. LEIPER, J. B. Líquidos e eletrólitos durante o exercício. In: GARRETT, W. E. JR. KIRKENDALL, D. T. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 442- 453, 2003.

MAUGHAN, R. J. MERSON, S.J. BROAD, N.P. SHIRREFFS, S. M. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. 14:333-346, 2004.

MAUGHAN, R. J. SHIRREFFS, S. M. MERSON, S.J. HORSWILL, C.A. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. **Journal of Sports Science**. 23: 73-79, 2005.

MAW, G. J. MACKENZIE, I. L. TAYLOR, N. A. Human body-fluid distribution during exercise in hot temperature and cool environments. **Acta Physiologica Scandinava**. 163 (3):297-304, 1998.

McARDLE, W. D. KATCH F. I. **Nutrição, controle de peso e exercícios**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1984.

McARDLE, W. D. KATCH, F. I. KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003.

McGREGOR, S. J. NICHOLAS, C. W. LAKOMY, H. K. WILLIAMS, C. The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. **Journal of Sports Science**. 17(11):895-903, 1999.

McNAUGHTON, L. R. Plasma volume responses associated with a sprint triathlon in novice athletes. **International Journal of Sports Medicine**. 10:161-164, 1989.

MOHR, M. KRUSTRUP, P. BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Science**. 19: 881-891, 2003.

MOREIRA, S. B. BITTENCOURT, N. **Corridas metas e mitos**. Rio de Janeiro: Sprint, 1985.

MOREIRA, A. V. B. Atleta 2000. Disponível em: <http://www.epub.org.br/nutriweb/n0101/atleta.htm>
Acesso em 23 maio 2000. Acesso em: 2/08/2004.

MUSTAFA, K. Y. MAHMOUD, N. E. A. Evaporative water loss in african soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 19, 181 – 183, 1979.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Recommended Dietary Allowances**. 10th ed. Washington, DC: National Academy Press; 1989.

NETO, J. O. M. **Nutrição & exercício**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.

NIEMAN, D. C. **Exercício e Saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento**. São Paulo: Manole, 1999.

O'BRIEN, D. IBBOTT, F. A. RODGERSON, D. O. **Determination of blood volume**. Laboratory Manual of Pediatric Micro-Biochemical Techniques (4th. Ed.) New York: Harper, pp: 73-77, 1968.

OLIVEIRA, J. E. D. MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998.

PASTENE, J. GERMAIN, M ALLEVARD A. M. GHARIB, C. LACOUR, J. R. Water balance during and after marathon running. **European Journal of Applied Physiology**. 73(1-2):49-55, 1996.

PETROSKI, L. E. PIRES-NETO, C. S. Validação de equações antropométricas para a estimação da densidade corporal em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. Londrina, 1(3) 5-14, 1996.

PIVARNIK, J. M. MONTAIN, S. J. GRAVES, J. E. POLLOCK, M. L. Alterations in plasma volume, electrolytes and protein during incremental exercise at different pedal speeds. **European Journal of Applied Physiology**. 57:103-109, 1988.

POLLOCK, M. L. WILMORE, J. H. **Exercício na saúde e na doença**. 2ª ed. São Paulo: Medsi, 1993.

POWERS, S. K. HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício**. 5ª Ed. São Paulo: Manole, 2006.

RAHMAWATI, N. T. BUDIHARJO, S. ASHIZAWA, K. Somatotypes of young male athletes and non-athlete students in Yogyakarta, Indonesia. **Anthropological Science**. 1-7, 2006.

REBELO, A. SILVA, S. PEREIRA, N. SOARES, J. Stress físico do árbitro de futebol no jogo. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. Portugal. v. 2, nº 5 p.24-30, 2002.

REHRER, N. J. BECKERS, F. TENHOOR, F. SARIS, W. H. M. Exercise and training effects on gastric emptying of carbohydrate beverages. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 21:540-549, 1989.

REILLY, T. BOWEN, T. Exertional costs of changes in directional modes of running. **Perceptual and Motor Skills**, 58, 149-150, 1984.

REILLY, T. GREGSON, W. Special populations: The referee and assistant referee. **Journal of Sports Science**. 24(7): 795-801, 2006.

REILLY, T. THOMAS, V. A. motion analysis of work-rate in different positional roles in Professional football match-play. **Journal of Human Movement Studies**. 2: 87-97, 1976.

REILLY, T. BANGSBO, J. FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Science**. 18: 669-683, 2000.

RICARDO, D. R. ARAÚJO, C. G. S. Índice de massa corporal: um questionamento científico baseado em evidências. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.79, n.1, p.61-69, 2002.

RICHÉ, D. **Guia Nutricional de los deportes de resistencia**. Barcelona: Hispano Europea, 1997.

RIENZI, E. DRUST, B. RIELLY, T. CARTER, J. E. L. MARTINS, A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 40: 162-169, 1998.

RITSCHER, W. A. ERNI, W. The influence of temperature of ingested fluid on stomach emptying time. **International Journal of Clinical Pharmacology**. 15:172-175, 1977.

ROCKER, L. KIRSCH, K. A. HEYDUCK, B. ALTENKIRCH, H. U. Influence of prolonged physical exercise on plasma volume, plasma proteins, electrolytes, and fluid-regulating hormones. **International Journal of Sports Medicine**. 10:270-274, 1989.

RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. PETROSKI, E.L. O exercício físico no controle do sobrepeso e da obesidade. Lecturas en Educación Física y Deportes Revista Digital, www.efdeportes.com , v.8, n.52, 2002. Acesso em 2/08/2004.

ROGERS, G. GOODMAN, C. MITCHELL, D. HATTINGH, J. The response of runners to arduous triathlon competition. **European Journal of Applied Physiology**. 55:405-409, 1986.

ROMAN, E. R. ARRUDA, M. GASPERIN, C. E. B. FERNANDEZ, R. P. Da SILVA, A. I. Estudo da desidratação, intensidade da atividade física e distância percorrida pelo árbitro de futebol durante a partida. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. Rio de Janeiro, 3 (2) 160-171, 2004.

RONTOYANNIS, G. P. STALIKAS A. SARROS, G. VLASTARIS, A. Medical, morphological and functional aspects of Greek football referees. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 38:208-214, 1998.

ROSS, W. D. HEBBELINCK, M. VAN GHELUWE, B. LEMMENS, M. L. Kinanthropométrie et l'appréciation de l'erreur de mesure. **Kinanthropologie**. 4:23-24, 1972.

ROSS, W. D. De ROSE, E. H. WARD, R. Anthropometry applied to sports medicine. In: Dirix A, Knuttgen, Tittel K, editors. **Olympic book of sports medicine**. London: Blackwell Publications. 233-274, 1988.

SALTIN, B. COSTILL, D. L. **Exercise, Nutrition and Metabolism**. New York; Ed. E. S. Horton and R. I. Teejung, 1988.

SAMULSKI, D. M. NOCE, F. COSTA, E. G. Análise do estresse psicológico do árbitro: um estudo comparativo entre futebol e voleibol. **Revista da APEF**, Londrina: v. 14: n° 1: 13 – 28, 1999.

SANZ-RICO, J. FRONTERA, W. R. MOLÉ, P. A. RIVERA, M. A. RIVERA-BROWN, A. MEREDITH, C. N. Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. **International Journal of Sports Medicine**. 17:85-91, 1996.

SAWKA, M. BURKE, L. EICHNER, R. MAUGHAN, R. MONTAIN, S. STACHENFELD, N. Exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 39(2): 377-390, 2007.

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. **Journal of Applied Physiology**. 59: 1394-1401, 1985.

SCHMIDT, W. MAASSEN, N. TEGTBUR, U. BRAUMANN, K. M. Changes in plasma volume and red cell formation after a marathon competition. **European Journal of Applied Physiology**. 58:453-458, 1989.

SCHWINGEL, A. C. MICHELS, G. PETROSKI, E. L. VELHO, M. N. Análise comparativa da composição corporal de jogadores e árbitros de futebol de campo (Resumo). In: XXI Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. São Paulo. **Anais...** São Paulo: 1998. p. 77.

SEIDELL, J.C. The current epidemic of obesity. In: BOUCHARD, C. **Physical activity and obesity**. Champaign IL: Human Kinetics, 2000.

SHELDON, W. H. **The Varieties of Human Physique**. Harper and Brothers, New York, 1940.

SHEPARD, R.J. (1999) Biology and medicine of soccer : an update. **Journal of Sports Science**. 17, 757–786.

SHEPARD, R. J. LEATT, P. Carbohydrate and fluid needs of the soccer player. **Sports Medicine**. 4(3):164-176, 1987.

SHIRREFFS, S. M. Markers of hydration status. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 40:80-84, 2000.

SHIRREFFS, S.M. SAWKA, M.N. STONE, M. Water and electrolyte needs for football training and match-play. **Journal of Sports Science**. 24(7): 699-707, 2006.

SICONOLFI, S. F. NUSYNOWITZ, M. L. SUIRE, S. S. MOORE, A. D. JR. LEIG, J. Determining blood and plasma volumes using bioelectrical response spectroscopy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 28(12):1510-1516, 1996.

SILVA, P. R. P. TRINDADE, R. S. De ROSE, E. H. Composição corporal, somatotipo e proporcionalidade de culturistas de elite do Brasil. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Rio de Janeiro, 9(6):403-407, 2003.

SIRI, W. E. Body composition from fluid space and density. In: Brozek, J. and Hanschel, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington, D. C. National Academy of Science. 223-224, 1961.

SMITH, K. SMITH, N. WISHART, C. GREEN, S. Effect of a carbohydrate-electrolyte beverage on fatigue during a soccer-related running test. **Journal of Sports Science**.16:502-3, 1998.

SZLYK, P. C. SILS, I. V. FRANCESCONI, R. P. HUBBARD, R. W. ARMSTRONG, L. E. Effects of water temperature and flavoring on voluntary dehydration in men. **Physiological Behavior**. 45(3) 639-647, 1989.

STEPHENSON, L. A. KOLKA, M. A. Plasma volume during heat stress and exercise in women. **European Journal of Applied Physiology**, 57:373-381, 1988.

STOLEN, T. CHAMARI, K. CASTAGNA, C. WISLOFF, U. Physiology of soccer – An update. **Sports Medicine**. 35(6): 501-536, 2005.

STRAUSS, M. B. DAVIS, R. K. ROSENBAUM, J. D. ROSSMEISL, E. C. Water diuresis produced during recumbency by the intravenous infusion of isotonic saline solution. **Journal of Clinical Investigation**. 30:862-868, 1951.

THOMAS, D. **A importância da nutrição no esporte**. Disponível em: <http://www.abc.esp.br/abc/dilson/avalianutri.htm>, Acesso em: 23/05/2000.

TUMILTY, D. Physiological characteristics of elite soccer players. **Sports Medicine**. 16:80-96, 1993.

USDHHS - U.S. Department of Health and Human Services. **Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General**. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Center for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996.

VAN GOOL, D. VAN GERVEN, D. BOUTMANS, J. **The physiological load imposed on soccer players during real match-play**. In Reilly, T. Lees, A. Davids, K. Murphy, W. J. (Eds). London: E & FN Spon. Science and Football, p.51-59, 1988.

Van BEAUMONT, W. Evaluation of hemoconcentration from hemaocrit measurements. **Journal of Applied Physiology**, 32: 712-713, 1972.

VARGAS, D. C. **Nutrição**. 2000. Disponível em: <http://www.fitness.esp.br/nutricao.html> Acesso em: 23/05/2000.

ZAKHAROV, A. **Ciência do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Grupo palestra Sport, 1992.

ZEEDERBERG, C. LEACH, L. LAMBERT, E. V. NOAKES, T. D. DENNIS, S. C. HAWLEY, J. A. The effect of carbohydrate ingestion on the motor skill proficiency of soccer players. **International Journal of Sports Nutrition**. 6:348-55, 1996.

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

WESTON, M. BREWER, J. A study of the physiological demands of soccer refereeing. **Journal of Sports Science**. 20:59-60, 2002.

WESTON, M. HELSEN, W. MACMAHON, C. KIRKENDALL, D. The impact of specific high-intensity training sessions on football referees' fitness levels. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 32, n.º 1 suppl. 54s-61s, 2004.

WESTON, M. BIRD, S. HELSEN, W. NEVILL, A. CASTAGNA, C. The effect of match standard and referee experience on the objective and subjective match workload of English premier league referees. **Journal of Science and Medicine in Sport**. 9, 256-262, 2006.

WILLIAMS, M. H. **Nutrição para saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo.** 5ª Ed. São Paulo: Manole, 2002.

WILMORE, J. H. COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2ª Ed. São Paulo: Manole, 2001.

WILMORE, J. H. FRISANCHO, R. A. GORDON, C. C. HIMES, J. H. MARTIN, A. D. MARTORELL, R. SEEFELDT, V. Body breadth equipment and measurement techniques. In T. G. LOHMAN, et al. (Ed.). **Anthropometric standardizing reference manual.** Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1991.

WOLINSKY, I HICKSON, J. F. Jr. **Nutrição no exercício e no Esporte.** São Paulo: Roca, 1996.

WOOTTON, S. **Nutrición y deporte.** Zaragoza (Espanha): Editorial Acribia, 1990.

ANEXOS

Anexo 1.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: DETERMINAÇÃO DA PERDA HÍDRICA E DO GASTO ENERGÉTICO DO
ÁRBITRO DE FUTEBOL NO TRANSCORRER DE UMA PARTIDA

Investigador: Prof. Ms. Alberto Inácio da Silva

Local da Pesquisa: Depto de Fisiologia da UFPR

Endereço: Centro Politécnico, s/n – Depto de Fisiologia / Setor de Ciências Biológicas – 3361-1647.

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo de avaliação da perda hídrica dos árbitros de futebol durante uma partida, intitulado: DETERMINAÇÃO DA PERDA HÍDRICA E DO GASTO ENERGÉTICO DO ÁRBITRO DE FUTEBOL NO TRANSCORRER DE UMA PARTIDA. Os dados serão coletados no campo e no vestiário designados aos árbitros nos Estádios de futebol, sendo conduzido pelo Prof. Ms. Alberto Inácio da Silva sob orientação e supervisão do Prof. Dr. Luís Cláudio Fernandes, departamento de Fisiologia da UFPR.

Esta coleta está dividida em três partes. A primeira consiste na pesagem, determinação das medidas antropométricas, coleta de duas amostras de sangue de 50 μ L. (uma gota coletada no dedo indicador por uma pequena punção via lanceta). Uma para a análise da concentração sangüínea de lactato e outra para verificação da glicemia. Todos procedimentos serão realizados duas vezes, sendo uma no início e outra final da partida. A pesagem será executada com você completamente nu. Posteriormente serão mensuradas as dobras cutâneas, diâmetros ósseos e circunferências, sendo posteriormente coletada duas amostra de sangue a partir do dedo indicador. Na segunda parte colocar-se-á o monitor cardíaco no seu punho e o transmissor no peito. A terceira etapa consiste em filmá-lo no transcorrer da partida.

Os procedimentos acima descritos serão repetidos em três partidas, porque queremos verificar seu grau de desidratação, após ingestão espontânea de água; após ingestão pré-determinada de água; e após ingestão pré-determinada com repositor hidroeletrólítico.

Os procedimentos a serem realizados não representam nenhum risco para você. As coletas de sangue se realizaram seguindo os padrões internacionais de segurança, utilizando sempre material descartável.

A participação na pesquisa é voluntária e você é livre para interromper sua participação nesta pesquisa a qualquer momento. Não haverá custo a você relacionado aos procedimentos previstos no estudo. Sua participação é voluntária, portanto você não será pago por sua participação neste estudo. Ao término da pesquisa, o voluntário será convidado para conhecer os resultados deste trabalho científico que está sendo realizado com os dados obtidos.

O investigador responsável pelo estudo e equipe irão coletar informações sobre você. Todos os dados serão mantidos de forma confidencial. Os dados coletados serão usados para avaliação do estudo, membros das Autoridades da Saúde ou do Comitê de Ética, podem revisar dos dados fornecidos. Os dados também podem ser usados em publicações científicas sobre o assunto pesquisado. Porém, sua identidade não será revelada em qualquer circunstância. Você tem direito de acesso aos seus dados. Você pode discutir esta questão mais adiante com o pesquisador do estudo.

Se você ou seu parente tiver (em) alguma dúvida com relação ao estudo, direitos, ou no caso de danos relacionados ao estudo, você deve contatar o investigador do estudo e sua equipe Prof. Ms. Alberto Inácio da Silva, telefone: (41) 9112-1393 e (41) 3361- 1647. Se você tiver dúvida sobre seus direitos, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone: 3360-1896. O CEP trata-se de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos que realizaram a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para o mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

Declaração de consentimento do voluntário

Eu li a proposta acima e entendi os procedimentos. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas. Proponho-me a participar como sujeito deste experimento.

Curitiba, ____ de _____ de 2004.

Nome: _____

Assinatura: _____

APÊNDICES

- Apêndice A IMC e perímetro da cintura como indicadores de risco para a saúde de árbitros de futebol do Brasil
- Apêndice B Aptidão física do árbitro de futebol aplicando-se a nova bateria de testes da FIFA
- Apêndice C Índice de massa corporal e perímetro da cintura de árbitros de futebol da CBF
- Apêndice D Composição corporal e aptidão física de árbitros da CBF submetidos à nova ordem de aplicação dos testes físicos da FIFA
- Apêndice E Perfil antropométrico y aptitud física de árbitros de fútbol de Brasil

Outros artigos relevantes publicados durante o doutorado

- Apêndice F Determinação da capacidade física e perfil antropométrico da árbitra de futebol
- Apêndice G Causas que levam alguns árbitros a desistirem da carreira de árbitro profissional

Artigos submetidos

- Apêndice H Energy expenditure and intensity of physical activity in soccer referees
- Apêndice I Somatotype and body composition of brazilian soccer referees