

Artigo original

Nível de desidratação e desempenho físico do árbitro de futebol no Paraná e São Paulo

Level of dehydration and physical performance of soccer referee from Paraná and São Paulo

Alberto Inácio da Silva, D.Sc.* , Ricardo Fernandez, D.Sc.** , Mario Cesar de Oliveira, D.Sc.*** , Turíbio Leite de Barros Neto, D.Sc.****

Prof. do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Maringá, campus Ivaiporã, **Prof. do Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Paraná – UFPR, *Prof. Universidade Federal de São Paulo, Programa de Pós-Graduação, Centro de Estudos em Medicina da Atividade Física e do Esporte – CEMAFE, **** Prof. Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP*

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar e comparar o grau de desidratação no transcorrer de partidas oficiais de futebol em árbitros do estado do Paraná e São Paulo. Foram avaliados 16 árbitros, do sexo masculino, sendo nove da Federação Paranaense e sete pela Federação Paulista de Futebol. A perda total de água no organismo foi determinada a partir da mudança no peso corporal, considerando-se os valores do peso inicial e final, diurese e líquido ingerido no início e intervalo da partida. A distância percorrida durante a partida foi determinada mediante a filmagem dos árbitros. A temperatura ambiente média no Paraná foi de $23,1 \pm 2,0$ °C, e a umidade relativa do ar de $67,3 \pm 21,3\%$. Já em São Paulo foi de $31,1 \pm 7,1$ °C, e $56,9 \pm 12,8\%$, respectivamente. A temperatura apresentou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,029$). A perda total de água corporal nos árbitros do Paraná foi de $1,86 \pm 0,5$ litros, o que equivale a $2,16 \pm 0,5\%$ do seu peso corporal inicial. Em São Paulo os árbitros apresentaram desidratação de $2,30 \pm 0,6$ litros, o que equivaleu a $3,20 \pm 0,8\%$ do peso corporal. A porcentagem da perda de peso corporal apresentou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,006$). A distância total média percorrida pelos árbitros do Paraná foi de $9.131,4 \pm 255,8$ metros. Já para os árbitros de São Paulo foi de $10.034,1 \pm 840,6$ metros. A análise estatística demonstrou haver diferenças estatisticamente significativas entre estes valores ($p = 0,0083$). A diferença na temperatura ambiente observada em cada região foi considerada um fator determinante para a diferença no volume hídrico perdido pelos árbitros no transcorrer da partida.

Palavras-chave: árbitro, futebol, nutrição.

Abstract

The aim of this work was to determine and compare the level of dehydration soccer referees from Parana and São Paulo are subject to over the course of official football matches. Sixteen male soccer referee were evaluated, nine (9) from Parana Soccer Federation and seven (7) from São Paulo Soccer Federation. Dehydration was determined by analyzing the referee's body weight before and after the match, the amount of isotonic solution intake and the volume of urine excreted between the two measures of weight. The distance covered by the referees during the match was determined by analyzing the video recording of the match. The average temperature at football-field level in Paraná and São Paulo state, was 23.1 ± 2.0 °C and 31.1 ± 7.1 ° and relative humidity was $67.3 \pm 21.3\%$ and $56.9 \pm 12.8\%$, respectively. There was a statistically significant difference in temperature between the two cities ($p = 0.029$). The total body fluid loss in referees from Parana was 1.86 ± 0.5 L, equivalent to $2.16 \pm 0.5\%$ of the referee's baseline body mass. Referee's dehydration in São Paulo was 2.30 ± 0.6 L equivalent to $3.20 \pm 0.8\%$ of his body mass. There was a statistically significant difference between percent body weight loss ($p = 0.006$). The average distance covered by referees in Parana was $9,131.4 \pm 255.8$ m. In São Paulo, however, it was $10,034.1 \pm 840.6$ m. The statistical analysis showed a significant difference between these measurements ($p = 0.0083$). Temperature difference between the two states was considered a factor for the different fluid loss observed between state referees over the match.

Key-words: referee, soccer, nutrition.

Recebido em 26 de abril de 2010; aceito em 2 de setembro de 2010.

Endereço para correspondência: Alberto Inácio da Silva, Rua Santa Mariana, 35, Guanabara I 86780-000 Ivaiporã PR, Tel: (41) 9112-1393, E-mail: albertoinacio@bol.com.br

Introdução

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) não são dotadas de autoaplicabilidade, 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.

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 num período que varia de 4 a 6 segundos, os árbitros modificam suas ações motoras [1,2]. 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*) [2]. Em termos de exigências perceptuais-cognitivas, um árbitro de elite toma aproximadamente 137 decisões observáveis por jogo [3]. Segundo esses autores ainda, dado o tempo efetivo de jogo, um árbitro de alto nível toma 3-4 decisões por minuto.

Além de boa preparação física para estar bem posicionado para avaliar as jogadas, evitando com isso que as regras sejam violadas, o árbitro deve buscar o melhor ângulo de visão 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 [4].

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 [5]. Desta forma, os estudos direcionados à avaliação da perda hídrica durante a prática desportiva adquirem grande importância.

Uma redução, ainda que pequena, no conteúdo de água no corpo 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 para 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 [6].

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 [7]. Neste estudo foi determinado o percentual da perda hídrica e o percentual de redução do volume plasmático do árbitro principal e do árbitro-assistente durante os jogos

oficiais do Campeonato Paranaense [8]. 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 *et al.* [9], 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, outro trabalho foi publicado no Brasil referente à perda hídrica do árbitro durante a partida [10]. A perda hídrica estimada do árbitro nesse estudo 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%. Entretanto, 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 no condicionamento físico do árbitro durante a partida.

Com relação às pesquisas relacionadas à perda hídrica, até o momento, não foram desenvolvidos estudos que verificassem como se comporta o processo de sudorese em árbitros de futebol em outras regiões do Brasil, além do Paraná, já que num país de extensão continental as temperaturas e umidade relativa do ar são totalmente diferentes de uma região para outra. Tampouco se conhece se a estratégia de uma hidratação antes e durante o intervalo da partida em diferentes temperaturas modifica o padrão de movimentação do árbitro durante a partida. Portanto, o objetivo deste estudo foi mensurar o grau de desidratação e desempenho físico dos árbitros de futebol no transcorrer da partida, após serem hidratados, em jogos realizados nos estados do Paraná (PR) e São Paulo (SP).

Material e métodos

A população deste estudo foi constituída por árbitros profissionais da Federação Paranaense de Futebol e da Federação Paulista de Futebol. A amostra foi composta por nove árbitros da Federação Paranaense e sete árbitros da Federação Paulista de Futebol. Todos os árbitros atuaram em partidas oficiais das respectivas federações. Todos os árbitros foram voluntários, habilitados para a realização de atividades físicas mediante atestado médico. Cada voluntário, antes de participar neste projeto, assinou termo de concordância que esclarecia o procedimento experimental a ser realizado e autorizava a utilização dos dados coletados no presente trabalho. O projeto foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (CEP/HC 130.EXT.021/2004-10).

As variáveis antropométricas mensuradas foram: massa corporal, estatura e três dobras cutâneas (peitoral, abdominal e coxa). A mensuração destas variáveis seguiu a padronização descrita por Petroski [11]. A partir das variáveis antropométricas, determinou-se a densidade corporal conforme equação de Jackson & Pollock [12] que utiliza a somatória de três dobras mais a idade. O percentual de gordura foi determinado utilizando-se a equação de Siri [13]. O peso da gordura (PG) foi obtido multiplicando-se a massa corporal (MC) pela fração do percentual de gordura (%G), $PG = MC (\%G/100)$. Já Massa Corporal Magra (MCM) foi determinada subtraindo da MC o PG. O índice de massa corporal foi determinado dividindo-se o peso (kg) pela altura (m) ao quadrado.

Para a análise da perda hídrica, cada árbitro foi analisado em situação real de jogo. Para tanto foi fornecido no início e no intervalo da partida um repositores hidroeletrólítico, que 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}). O volume do repositores hidroeletrólítico que os árbitros ingeriram, correspondeu a mais ou menos 1% do seu peso corporal (800 mL no mínimo), 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 [8]. 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 Plenna, 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.

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

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

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

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 [14]. O erro de medida foi 0,1 kg, o que representa $\pm 0,14\%$ para peso, e $\pm 0,3\%$ para volume.

Para determinação da distância percorrida durante o jogo, os árbitros foram filmados utilizando uma câmara da marca Sony, modelo Handycam. Por meio da observação da filmagem, foi possível determinar o tempo em que os árbitros permaneceram em cada ação motora. Utilizou-se a classifica-

ção proposta por Da Silva & Rodriguez-Añez [15] para a caracterização das ações motoras, onde caminhar representa um deslocamento com velocidade média de 1,62 m/s; trote, deslocamentos a 2,46 m/s, mesma velocidade considerada para o deslocamento de costas; para corrida, deslocamentos de 3,16 m/s e no sprint, deslocamentos de 5,08 m/s. O tempo em que o árbitro permaneceu parado também foi quantificado. A distância percorrida em cada atividade foi determinada pelo produto do tempo total pela velocidade média para essa atividade. A distância total percorrida durante cada etapa da partida foi calculada somando as distâncias percorridas em cada atividade motora. Todas as partidas, incluídas no presente estudo, foram analisadas pelo mesmo observador, experiente, utilizando metodologia similar à usada em outros estudos que determinaram a demanda fisiológica do árbitro de futebol no transcorrer da partida [1,2,16,17].

Neste trabalho foi levada em consideração a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar no dia da realização dos jogos. No Paraná os dados foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR. Já para mensuração destas variáveis no estado de São Paulo utilizou-se medidor de temperatura e umidade relativa do ar, portátil marca Kiltler.

Os resultados dos testes foram expressos como média e o respectivo desvio padrão. Foi utilizado o teste "t" para amostras independentes a fim de comparar os grupos de árbitros do Paraná e os árbitros de São Paulo. O software estatístico utilizado foi o Instat 3.0 (Graphpad Inc, San Diego, CA, USA). Significâncias estatísticas foram consideradas para $p < 0,05$.

Resultados

Uma visão geral dos dados relativos à avaliação antropométrica pode ser observada na tabela I. A idade cronológica dos árbitros avaliados no estado de São Paulo era menor que as dos árbitros paranaenses, ou seja, eles são mais novos, e quando se compara esta diferença mediante a análise estatística, observa-se diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0002$).

Com relação ao peso corporal, observa-se que os árbitros do Paraná são mais pesados que os árbitros de São Paulo, sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0002$). Contudo observa-se que a altura dos árbitros de ambos os estados são similares (Tabela I), entretanto como os árbitros de São Paulo possuem uma massa corporal menor, estes apresentam um biótipo atlético mais definido. O fato dos árbitros de São Paulo, como comentado, apresentarem um peso corporal menor, mas a mesma altura dos árbitros do Paraná colaborou para eles apresentassem um IMC menor que os árbitros do Paraná (Tabela I), sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0006$).

O valor do IMC mais elevado por parte dos árbitros do Paraná foi em decorrência dos mesmos apresentarem

uma massa gordurosa maior que os árbitros de São Paulo, sendo que esta diferença é estatisticamente significativa ($p = 0,0041$). Ou seja, enquanto a massa corporal magra dos árbitros de São Paulo representa 88,6% de sua massa corpórea, a MCM dos árbitros do Paraná só representa 79,7% de sua massa corpórea.

Tabela I - Dados morfológicos dos árbitros de futebol envolvidos no estudado por estado.

	Idade	Peso	Altura	IMC	%G	MG	MCM
Paraná							
Média	38,44	85,90	1,80	26,65	20,26	17,41	68,49
DP	4,0	7,0	0,1	2,2	4,8	4,3	6,9
São Paulo							
Média	27,29	72,11	1,82	21,96	11,38	8,20	63,91
DP	4,7	2,2	0,1	2,1	5,6	4,0	4,6

IMC = Índice de massa corporal (kg/m^2), %G = Porcentagem de Gordura, MG = Massa de Gordura, MCM = Massa Corporal Magra.

Na Tabela II, encontramos os valores relativos à temperatura ambiente e umidade relativa do ar em cada estado, sendo que a diferença entre a temperatura ambiente observada em cada estado foi estatisticamente significativa ($p = 0,0064$), já a confrontação dos dados relativos à umidade relativa do ar mostrou não haver diferença estatisticamente significativa ($p = 0,4358$).

Tabela II - Dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante no Paraná e em São Paulo.

	Paraná	São Paulo
Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)	23,13 \pm 2,05	31,11 \pm 7,18*
Umidade relativa do ar (%)	64,27 \pm 21,31	56,93 \pm 12,83

* Diferença estatisticamente significativa.

A Tabela III apresenta os dados referentes ao balanço hídrico dos árbitros em cada Estado. Após ser elaborada análise estatística referente à diferença observada entre o déficit de peso corporal apresentado pelos árbitros tanto do Paraná quanto de São Paulo, observou-se que esta diferença não era estatisticamente significativa ($p = 0,2766$). Isso porque, os árbitros do Paraná apresentaram redução do peso corporal durante o jogo de 0,890 quilogramas e os de São Paulo de 1,230 quilogramas respectivamente. A porcentagem de peso corporal perdida pelos árbitros durante a partida (Tabela III), também não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0702$).

Apesar da taxa de sudorese e a perda total de água do organismo não apresentarem diferença estatisticamente significativa, $p = 0,2607$ e $p = 0,1325$ respectivamente, o confronto dos valores correspondentes a porcentagem da

perda total de água mostrou que os árbitros do Estado de São Paulo apresentaram uma diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0062$), (Tabela III). Os árbitros envolvidos neste estudo ingeriram em média 0,910 \pm 0,11L, sendo que, a média dos árbitros paranaenses foi de 0,880 \pm 0,11L e a dos paulistas de 0,960 \pm 0,11L. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o volume ingerido em cada estado ($p = 0,0836$).

Tabela III - Avaliação da desidratação dos árbitros por estado.

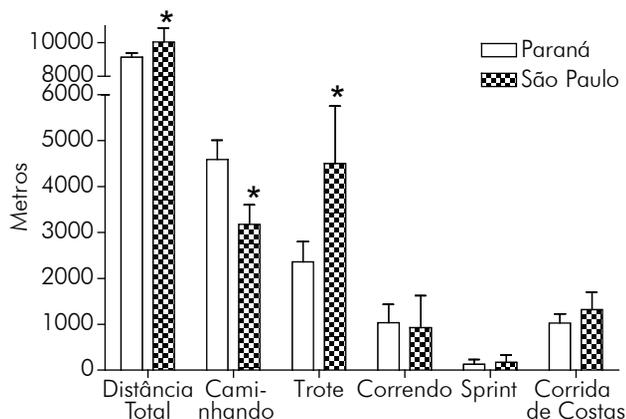
	Paraná	São Paulo
Peso Inicial (kg)	85,62 \pm 6,9	72,11 \pm 2,2
Peso final (kg)	84,73 \pm 6,6	70,89 \pm 2,1
Perda de peso (%)	1,02 \pm 0,7	1,70 \pm 0,7
Perda total de água (L)	1,86 \pm 0,5	2,30 \pm 0,6
Perda total de água (%)	2,16 \pm 0,5	3,20 \pm 0,8
Taxa de Sudorese (L/min)	0,02 \pm 0,0	0,02 \pm 0,0

Os valores representam a média \pm desvio padrão. Paraná, $n = 10$; São Paulo, $n = 7$. * $p < 0,001$ vs Paraná. Perda de peso (%): Porcentagem 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/min): (Peso inicial - Peso final + Água consumida - Diurese) / duração da partida em minutos.

A distância total média percorrida pelo árbitro do Paraná foi de 9.131,4 \pm 255,8 metros, já a distância percorrida pelo árbitro de São Paulo foi de 10.034,1 \pm 840,6 metros (Figura 1). Os árbitros de São Paulo deslocaram-se mais durante a partida, e a análise estatística demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre estes valores ($p = 0,0083$). Os dados demonstram que os árbitros de São Paulo permanecem mais tempo parados durante a partida que os árbitros do Paraná, isto porque os árbitros paulistas permaneceram em média 20,32 \pm 2,24 minutos parados durante o jogo, contra 14,13 \pm 2,12 minutos dos árbitros paranaenses, sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0001$). Na Figura 1 observamos que a distância total percorrida durante a partida em atividades de baixa intensidade (andando e trote) foi significativamente diferente. Os árbitros de São Paulo percorreram 3.180,6 \pm 422,7 metros andando e 4.443,0 \pm 1.204,1 metros na atividade de trote, e os do Paraná 4.587,8 \pm 424,6 metros e 2.357,4 \pm 440,9 metros, respectivamente ($p < 0,0001$ e $p = 0,0003$). A distância percorrida na forma de atividades de alta intensidade, corrida e sprint, não foi estatisticamente significativa (Figura 1).

A distância percorrida nos dois períodos de jogo (primeiro e segundo tempo) não foi significativamente diferente, salvo na atividade de deslocamento de costa dos árbitros de São Paulo (Tabela IV).

Figura 1 - Distância total percorrida em cada ação motora pelos árbitros do Paraná e de São Paulo.



Discussão

O componente físico é tido como um dos mais importantes para uma boa preparação do árbitro para, assim, efetivar sua atuação no campo de jogo. A demanda energética do árbitro durante a partida é similar a dos jogadores de futebol [16], deste modo, espera-se que sua preparação e seu biótipo físico estejam próximos aos atletas da modalidade de futebol.

Os árbitros de São Paulo apresentaram um valor menor de IMC quando comparados aos árbitros paranaenses (tabela I). 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 algumas incidências de doenças degenerativas [18]. Entretanto, de acordo com Barata [19] 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 um grande nível 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 paranaenses apresentaram um percentual de gordura bem acima do apresentado pelos árbitros paulistas (Tabela I). A média de $20,26 \pm 4,8\%$ de gordura corporal apresentada pelos árbitros paranaenses corrobora para com o índice de massa corporal acima do limite de normalidade (25 kg/m^2) encontrado neste estudo. O percentual de gordura dos árbitros paranaenses, também está acima da média dos homens da Região Sul do Brasil ($16,14\%$), região esta onde

foi desenvolvido este trabalho [20]. Contudo, considerando que os homens aqui estudados são árbitros de futebol, dos quais se espera capacidade física acima da média populacional, seria conveniente aconselhá-los a entrar num programa de exercícios e/ou aconselhamento nutricional, que permitisse redução da massa gordurosa sem perda da massa muscular. 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 $15,9\%$ [21] e dos árbitros gregos $16,7\%$ [22]. Entretanto é similar a um estudo publicado recentemente no Brasil, onde os árbitros apresentaram uma porcentagem de $20,81 \pm 3,29\%$ [23].

O percentual de gordura apresentado pelos árbitros de São Paulo ($11,38 \pm 5,6\%$) foi compatível com o percentual de gordura corporal apresentado por árbitros de elite da Espanha ($11,3 \pm 2,15\%$), menor percentual encontrado por nós na literatura científica [24], que colaborou para que os árbitros paulistas apresentassem IMC dentro da normalidade. Em uma investigação conduzida com atletas do futebol brasileiro realizado por Guerra *et al.* [25] observou-se, por meio do método antropométrico, um valor de adiposidade de $10,6\%$, sendo que valor semelhante ($10,6 \pm 2,6$) foi encontrado em jogadores de países da América do Sul [26]. Esses valores são similares aos dos árbitros paulistas, entretanto, inferiores aos apresentados pelos dos árbitros paranaenses. Isso demonstra que com relação ao acúmulo de adiposidade, os árbitros paranaenses avaliados estão em condições físicas deficitárias quando comparados com os atletas da modalidade de futebol e aos seus colegas paulistas.

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 [27,28]. Desta forma, em estudos de campo que sejam realizados em dias e regiões diferentes é necessário que as condições climáticas sejam mensuradas a fim de que os resultados obtidos possam ser comparáveis.

O presente estudo foi desenvolvido em condições climáticas do tipo subtropical. A temperatura ambiente média nos dias dos jogos dos dois estados foi de $26,6 \pm 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$ e da umidade relativa do ar de $61,1 \pm 17,9\%$. Na Tabela II encontramos os valores destas variáveis por estado. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a temperatura ambiente mensurada no Paraná e em São Paulo.

Tabela IV - Distâncias percorridas durante cada período da partida por estado.

		Andando	Trote	Corrida	Sprint	Desloc. de costa	Total
Paraná	1º tempo	2245,3 ± 248,6	1247,9 ± 343,6	534,3 ± 297,0	61,6 ± 53,7	545,6 ± 155,5	4634,8 ± 190,7
	2º tempo	2342,6 ± 2498	1109,4 ± 225,2	501,4 ± 115,0	64,5 ± 60,0	478,9 ± 168,5	4496,7 ± 191,9
São Paulo	1º tempo	1524,9 ± 237,5	2196,0 ± 523,3	519,8 ± 394,2	94,9 ± 93,7	779,3 ± 193,4	5114,8 ± 218,2
	2º tempo	1655,8 ± 238,9	2247,0 ± 753,9	406,0 ± 308,4	72,8 ± 80,9	537,7 ± 236,6*	4919,3 ± 648,1

* $p < 0,05$ vs deslocamento de costas no 1º tempo.

O desempenho físico de um indivíduo durante uma atividade física está estreitamente ligado 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% [29]. 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) [27]. Gonzalez-Alonso *et al.* [30] 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 capacidade cognitiva quando desidratação e hipertermia estão presentes [31]. Assim sendo, não resta dúvida que a temperatura mais elevada observada no estado de São Paulo nos dias dos jogos (tabela II), foi um dos fatores determinantes para que o árbitro paulista apresenta-se maior nível de perda hídrica que o árbitro paranaense.

Os árbitros do Paraná apresentaram uma perda total de água corporal de $1,86 \pm 0,5$ litros, equivalente a $2,16 \pm 0,5\%$ do seu peso corporal no início da mesma (Tabela III). Este valor foi similar ao registrado em nossos estudos anteriores, $2,05 \pm 0,44\%$ [8] e $2,16 \pm 0,62\%$ [10]. Entretanto, o peso corporal apresentou uma redução de $1,02 \pm 0,7\%$, demonstrando que a ingestão de um volume pré-determinado de uma bebida isotônica antes e durante o intervalo da partida (média de $0,880 \pm 0,11$ L) foi capaz de repor 56% dos fluidos perdidos durante o jogo. Já os árbitros paulistas apresentaram uma desidratação que correspondeu a $2,30 \pm 0,6$ litros, que equivaleu a $3,20 \pm 0,8\%$ do seu peso corporal. Entretanto, no final da partida o déficit de peso encontrado foi de $1,23 \pm 0,5$ litros, ou seja, o volume de líquido tomado, que foi previamente determinado foi capaz de repor somente 49% do volume perdido com o processo de sudorese. Estes resultados demonstram que os árbitros desenvolveram durante a partida uma desidratação moderada que não foi compensada pela ingestão pré-determinada de líquido, antes e durante o intervalo da partida. Contudo, quando a ingestão de água pelo árbitro era espontânea, ao final da partida o líquido ingerido pelo árbitro só havia repostado de 20 a 24% do líquido perdido durante a partida [8,10].

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 [8]. Desta forma, podemos prever que a desidratação observada nos dois estados onde ocorreu este estudo, determinou uma redução do volume plasmático de aproximadamente 2,55% no Paraná e 4,25% em São Paulo, respectivamente, baseando na porcentagem da redução de peso apresentado pelos árbitros no final da partida (Tabela III). Contudo, se não houvesse a hidratação dos árbitros, os árbitros paranaenses apresentariam uma redução média de 5,4% e os paulistas de 8% respectivamente. Os dados apresentados acima indicam, portanto, que a ingestão prévia de volume pré-determinado de fluido, em especial a solução isotônica, antes e no intervalo da partida, foi capaz de diminuir significativamente a redução do volume plasmático apresentado pelo árbitro no final da partida, o que reduz acentuadamente a possibilidade de que o mesmo venha a apresentar queda na capacidade física ou mental em decorrência da perda hídrica.

No presente estudo percebe-se que, durante as partidas, os árbitros tanto do Paraná quanto de São Paulo realizam atividades físicas aeróbicas de baixa a moderada intensidade (Tabela IV). Outros estudos envolvendo árbitro de futebol também confirmam que a atividade física do árbitro durante a partida utiliza predominantemente energia proveniente do metabolismo aeróbico [1,2,15-17,32,33].

Dos $9.131,4 \pm 255,8$ metros, percorridos em média pelos árbitros do Paraná no transcorrer da partida, 50,25% foi na forma andando, o que correspondeu a 52,28% do tempo total da partida, ou seja, quanto maior o tempo que o árbitro permanece executando uma ação motora maior vai ser a distância percorrida na mesma. Os árbitros paulistas se deslocaram nesta forma 31,99%, dos $10.034,1 \pm 840,60$ metros, deslocados em média durante o jogo. Em um estudo desenvolvido com árbitros paranaenses [15] observou-se que esses permaneceram 57,95% do jogo andando. Entretanto, um estudo desenvolvido com árbitros paulistas, recentemente, demonstrou que os árbitros desse estado percorrem em média 31,41% do total da distância percorrida durante a partida andando [34]. Em um estudo envolvendo árbitros dinamarqueses [2], também observou-se que o árbitro permanecia a maior parte do tempo do jogo andando, e isso correspondeu a 40%. Asami *et al.* [32] e Rebelo *et al.* [35] relatam também uma porcentagem significativa de deslocamento na forma de caminhada. Nos dois estudos os árbitros japoneses e portugueses andaram 33% do tempo de jogo, respectivamente.

A segunda ação motora mais utilizada pelos árbitros é o trote. O deslocamento total dos árbitros paranaenses correspondeu a 25,83% do deslocamento total do jogo, ou seja, 17,71% do tempo total da partida. Já os árbitros paulistas se deslocaram 43,94% da distância total do jogo na forma de trote. No estudo envolvendo árbitros paranaenses, observou-se que esses haviam se deslocado 22,28% do deslocamento total do jogo na forma de trote [15]. Já Rebelo *et al.* [35] descrevem um percentual de 25,9% do tempo total nessa ação motora para árbitros portugueses. Entretanto, em um estudo

envolvendo árbitros de São Paulo, constatou-se que esses se deslocam em média 43,79% da distância percorrida durante o jogo, na forma de trote [34]. Outros estudos apresentam percentuais para essa ação motora, em relação ao tempo que se desenvolvem esta atividade durante a partida. Asami *et al.* [32] relataram 48% em árbitros japoneses, Catterall *et al.* [1], 47% em árbitros ingleses e Johnston & McNaughton [17] relatam que em 46,6% do tempo total de jogo o árbitro da Tasmânia desloca-se trotando. Ao analisarmos os dados até este ponto, verificamos que uma dessas duas ações motoras sempre aparece se revezando como a primeira ou segunda forma principal de deslocamento do árbitro de futebol. Quando uma aumenta, a outra diminui. Portanto seria o revezamento destas duas formas de deslocamento que definem o padrão aeróbico da atividade física do árbitro durante a partida.

Uma ação motora que apresenta uma velocidade que é superior ao deslocamento andando, mas similar ao deslocamento na forma de trote é o deslocamento de costas. Quando somamos as distâncias percorridas destas três ações motoras (andando, trotando e de costas) verificamos que o árbitro paranaense percorre nestas ações motoras em média mais de 87% do deslocamento total do jogo, o que corresponde a 77,69% do tempo de jogo, sendo que os árbitros paulistas percorrem 89% da distância total nestas formas de deslocamento. Nos estudos já publicados encontramos valores que vão de 60 a 90% do tempo total do jogo [1,2,15,17,32,35].

Para Johnston & Mcnaughton [17] e Rebelo *et al.* [35] o árbitro de futebol gasta mais de 60% do tempo de jogo em atividades físicas de baixa intensidade, isto é, andar, trotar e deslocamento de costa. Contudo, esses autores não consideraram o tempo que os árbitros permanecem parados durante o jogo. Quando somasse esse tempo com o tempo que o árbitro executa as atividades de baixa intensidade verificamos que, no caso dos árbitros paranaenses aqui estudados, isso passa a representar 93,09% do tempo total de jogo. No estudo de Rebelo *et al.* [35] que apresenta o tempo que o árbitro permanece parado e a classificação das ações motoras como a nossa, o tempo em que os árbitros permanecem em ação motora de baixa intensidade corresponde a 95% do tempo total da partida.

Corridas de velocidade de alta e moderada intensidade são muito pouco executadas pelo árbitro de futebol. No presente estudo isso não passou de 13% no Paraná e 11% em São Paulo, do deslocamento total da partida. Correndo, o árbitro do Paraná percorreu uma distância média de $1.035,7 \pm 398,8$ metros e em forma de sprint $126,1 \pm 103,1$ metros. Entretanto, os árbitros paulistas percorreram $925,8 \pm 694,7$ metros na forma de corrida e $167,5 \pm 162,6$ metros na forma de sprint. Na literatura científica o tempo médio nessas formas de deslocamento varia de 4 a 19% do tempo de jogo [1,2,15,17,32,35]. Assim como Rebelo *et al.* [35], 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.

Existem varias hipóteses que poderiam ser levantadas para justificar as diferenças observadas nas distâncias percorridas pelos árbitros em cada ação motora. Para Castagna *et al.* [33] essa diferença poderia ser em decorrência do nível da forma física e do status do treinamento. Krusturup & Bangsbo [2] afirmam que a boa forma aeróbica tem uma forte relação com a cobertura total da partida e com as atividades principais de jogo executadas pelo árbitro de elite durante a competição. Finalmente as diferenças de estilo de jogo (entre países) também devem ser levadas em conta quando se comparam resultados encontrados em diferentes estudos [3,35]. Outro fator a ser considerado são as diferentes condições ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) em que aconteceram os jogos analisados nestes diversos estudos.

Após a análise dos dados referente à distância percorrida pelo árbitro durante a partida, verificamos que outra hipótese para explicar a maior perda hídrica apresentada pelos árbitros paulistas pode estar relacionada ao maior deslocamento no transcorrer da partida executados por eles. Apesar da distância total apresentar diferença estatisticamente significativa ($p = 0,0083$), os deslocamentos de alta intensidade: correr e sprint, que seriam atividades que produziriam maiores desgastes físico e consequentemente maior sudorese, não apresentaram diferenças (figura 1).

Conclusão

A temperatura ambiente em São Paulo foi maior que a do Paraná e a umidade relativa do ar menor durante os jogos, o que pode ter influenciado na maior redução de peso corporal, após os jogos, para os árbitros de São Paulo.

O estudo demonstrou que a estratégia de hidratação realizada com os árbitros antes, durante e após as partidas, influenciou significativamente na redução do volume plasmático apresentado ao final das partidas, contribuindo para diminuir a possibilidade de apresentar fadiga muscular, que provavelmente poderia interferir significativamente no desempenho do árbitro. Em consequência da fadiga física intensa, poder-se-ia observar lentidão no desempenho sensorio-motor e distúrbios de coordenação, além de erros grosseiros de avaliação dos atletas e das suas ações.

É importante salientar que as federações de futebol de todos os estados devem orientar seus árbitros em relação a estratégias de hidratação em decorrência de esforços intensos sob elevadas temperaturas com baixa umidade relativa do ar.

Referências

1. Catterall C, Reilly T, Atkinson G, Coldwells A. Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. Br J Sports Med 1993;27(3):193-96.

2. Krustup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci* 2001;19:881-91.
3. Helsen W, Bultynck JB. Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *J Sports Sci* 2004;22:179-89.
4. Fuller CW, Junge A, Dvorak J. An assessment of football referees' decisions in incidents leading to player injuries. *Am J Sports Med* 2004;32(1):17-21.
5. McGregor SJ, Nicholas CW, Lakomy HK, Williams C. The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *J Sports Sci* 1999;17(11):895-903.
6. Wilmore JH, Costill DL. Fisiologia do esporte e do exercício. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2001.
7. Reilly T, Gregson W. Special populations: The referee and assistant referee. *J Sports Sci* 2006;24(7):795-801.
8. Da Silva AI, Fernández R. Dehydration of football referees during a match. *Br J Sport Med* 2003;37:502-6.
9. Costill DL, Coté R, Fink W. Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. *J Appl Physiol* 1976;40:6-10.
10. Roman ER, Arruda M, Gasparin CEB, Fernandez RP, Da Silva AI. Estudo da desidratação, intensidade da atividade física do árbitro de futebol durante a partida. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2004;3(2):161-71.
11. Petoski EL. Antropometria: técnicas e padronizações. 2ª ed. Porto Alegre: Pallotti; 2003.
12. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978;40(3):497-504.
13. Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek J, Hanschel A. Techniques for measuring body composition. Washington, D.C: National Academy of Science; 1961. p. 223-4.
14. Shirreffs SM. Markers of hydration status. *J Sports Med Phys Fitness* 2000;40:80-84.
15. Da Silva AI, Rodriguez-Añez CR. Ações motoras do árbitro de futebol durante a partida. *Revista Treinamento Desportivo* 1999;4(2):5-11.
16. Da Silva AI, Fernandes LC, Fernandez R. Energy expenditure and intensity of physical activity in soccer referees during match-play. *J Sports Sci Med* 2008;7:327-34.
17. Johnston L, Mcnaughton L. The physiological requirements of soccer refereeing. *Aust J Sci Med Sport* 1994;26(3-4):67-72.
18. Ceddia RB. Gordura corporal, exercício e emagrecimento. *Revista Sprint Magazine* 1998;99:10-20.
19. Barata JLT. Composição corporal. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva* 1994;12:76-78.
20. Petroski LE, Pires-Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimação da densidade corporal em homens. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 1996;1(3):5-14.
21. Da Silva AI, Rodriguez-Añez CR. Níveis de aptidão física e perfil antropométrico dos árbitros de elite do Paraná credenciados pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF). *Rev Port Ciênc Desporto* 2003;3(3):18-26.
22. Rontoyannis GP, Stalikas A, Sarros G, Vlastaris A. Medical, morphological and functional aspects of Greek football referees. *J Sports Med Phys Fitness* 1998;38:208-14.
23. Da Silva AI, Rech CR. Somatotipo e composição corporal de árbitros e árbitros assistentes da CBF. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2008;10(2):143-8.
24. Casajus JA, Castagna C. Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *J Sci Med Sport* 2006;133:1-8.
25. Guerra I, Chaves R, Barros T, Tirapegui J. The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. *J Sports Sci Med* 2004;3:198-202.
26. Rienzi E, Mazza JC, Carter JEL, Reilly T. Futbolista sudamericano de elite: morfología, análisis del juego y performance. Rosario: Biosystem Servicio Educativo; 1998.
27. Barr SI. Effects of dehydration on exercise performance. *Can J Appl Phys* 1999; 24(2):164-72.
28. Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci* 2004;22:39-55.
29. Saltin B, Costill DL. Exercise, nutrition and metabolism. New York: E. S. Horton and R. L. Teejung; 1988.
30. Gonzalez-Alonso J, Mora-Rodriguez R, Below PR, Coyle EF. Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *J Appl Phys* 1997;82(4):1229-36.
31. Gopinathan PM, Pichan G, Sharma VM. Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Arch Environ Health* 1988;43(1):15-17.
32. Asami T, Togari H, Ohashi J. Analysis movement patterns of referees during soccer matches. In: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ. Science and Football. London: E & EN Spon; 1988. p. 341-5.
33. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Activity profile of international-level soccer referees during competitive matches. *J Strength Cond Res* 2004;18(3):486-90.
34. Oliveira M, Santana CHG, Neto TLB. Análise dos padrões de movimento e dos índices funcionais de árbitros durante uma partida de futebol. *Fitness & Performance Journal* 2008;7(1):41-47.
35. Rebelo A, Silva S, Pereira N, Soares J. Stress físico do árbitro de futebol no jogo. *Rev Port Ciênc Desporto* 2002;2(5):24-30.