

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO FISIOLÓGICO DA SOBRECARGA
TÉRMICA E DAS PAUSAS DE HIDRATAÇÃO EM JOGADORES DE
FUTEBOL PROFISSIONAL EM AMBIENTES DE TEMPERATURA
ELEVADA**

Prof. Dr Turibio Leite de Barros Neto

Profa. Dra Gerseli Angeli

IFE- Instituto de Fisiologia do Exercício

São Paulo

Brasil

Dr Rinaldo Martorelli

SAPESP

FENAPAF

FIFPro

AGRADECIMENTOS

Luis Eduardo Pinella

Anaile Zicarelli

Julio Cesar Oliveira Bonfim

Cicero da Silva

Prof. Pedro Piçarro

Prof. Ms. Cristiano Monteiro

Marcos Gaucho

Dayna Nassif Barossi

Luis Fernando Santoro

Cristiano Sartori

1-INTRODUÇÃO

As condições de trabalho relacionadas à temperatura têm uma importância básica nas questões relacionadas ao desempenho do indivíduo (Iida,1993).

Quando submetido diariamente a altas temperaturas, o organismo passa a adaptar-se a diversas transformações fisiológicas, na busca de manter constante a temperatura do corpo, como por exemplo, a elevação do ritmo cardíaco ou o aumento da temperatura média do corpo. Essa reação orgânica de manter a temperatura do corpo em equilíbrio com as exigências dos órgãos vitais poderá desencadear no indivíduo efeitos relativamente controláveis, como desidratação, doenças de pele, desmaios ou desfalecimentos e outros ainda mais maléficos, como a hipertermia (Couto, 1978).

Conforme Lida (1993) quando o homem é obrigado a suportar altas temperaturas, o seu rendimento cai. A velocidade do trabalho diminui, as pausas se tornam maiores e mais freqüentes, o grau de concentração diminui, e a freqüência de erros e acidentes tende a aumentar significativamente, principalmente a partir de 30° C.

O calor produzido nas atividades físicas eleva a temperatura corporal e aumenta a demanda dos mecanismos termorregulatórios para a transferência de calor do organismo para o ambiente, especialmente quando realizadas em ambientes quentes e úmidos. Em atividades de grande intensidade, a produção metabólica de calor pode ser 15 a 20 vezes maior que a taxa metabólica basal, o que levaria a um aumento de 1 °C a cada cinco minutos, caso os mecanismos termorregulatórios não fossem ativados (Pandolf, Sawka & Gonzalez, 1986).

Em atividades de média e alta intensidade, especialmente quando associadas a temperaturas ambientes estressantes, podem ocasionar perdas hídricas pela sudorese que, se não repostas

adequadamente, podem levar a desidratação (Armstrong, 2000). Em 1944, o estudo pioneiro de Pitts, Johnson e Consolazio já demonstrava que a desidratação resulta em dificuldade na regulação da temperatura corporal, o que pode causar redução no desempenho.

Além disso, a capacidade termorregulatória insuficiente diante de um exercício realizado num ambiente quente e úmido representa um risco para a hipertermia, que causa uma série de distúrbios relacionados com o calor, constituindo-se uma situação potencialmente fatal (Silami-Garcia & Rodrigues, 1998). A capacidade do organismo em perder calor para o ambiente depende da secreção e evaporação do suor. À medida que a temperatura corporal aumenta, a sudorese também aumenta para evitar o acúmulo excessivo de calor no organismo (Armstrong, 2000).

Para evitar os possíveis efeitos adversos da desidratação sobre o desempenho, a ingestão de água em quantidades suficientes para repor a perda hídrica pela sudorese tem sido recomendada em consensos internacionais, (ACSM, 1996; Casa, Armstrong, Hilman, Montain, Reiff, Rich, Roberts & Stone, 2000). A taxa de sudorese (TS) depende de fatores como: o custo calórico, a duração e o tipo de atividade, assim como das condições térmicas ambientais. Quanto mais intensa a atividade, em termos de energia consumida na unidade de tempo (kcal.h^{-1}), e quanto mais quente o ambiente, maior será a sudorese produzida para a dissipação de calor. Além disso, a TS pode ser influenciada por fatores fisiológicos individuais como: idade, sexo, hidratação, capacidade aeróbica, aclimatação e também pela presença de algumas doenças (Kenney, 1997).

Já a avaliação do estresse térmico ambiental não deve considerar apenas as informações da temperatura ambiental, pois as medidas da umidade relativa do ar, velocidade do vento e a radiação solar também são determinantes para avaliar o estresse térmico, indicando a necessidade de um índice que expresse o estresse térmico combinando todos esses fatores (DeVries & Housh, 1994).

No Brasil, a Norma Regulamentadora nº 15 (NR15) do ministério do trabalho estabelece limites de tempo de trabalho e descanso para atividades realizadas em ambientes quentes.

Para definição destes tempos de pausa e de trabalho, a NR15 leva em consideração 2 fatores: o IBUTG (índice composto pelas temperaturas de bulbo seco, úmido e globo negro) do ambiente em que o trabalho é realizado e a taxa metabólica requerida pelo trabalho.

Tais fatores baseiam-se, por um lado, no fato de quanto maior a taxa metabólica de um determinado trabalho, maior será o calor a ser dissipado pelo organismo. Por outro lado, quanto maior a temperatura e umidade do ambiente de trabalho, além de "ganhar" calor do ambiente, maior será a dificuldade do organismo em dissipar o calor.

Além da avaliação do estado de hidratação dos indivíduos e a observação dos limites de intensidade e duração em função do estresse ambiental, deve-se destacar também, a reposição de líquidos e eletrólitos em quantidades suficientes para repor as perdas pelo suor, pois a desidratação seria um dos fatores de risco mais comuns na origem da hipertermia (Sawka, 1992).

2. OBJETIVOS

-Avaliar a sobrecarga térmica e a influência das pausas para hidratação durante jogos de futebol em altas temperaturas

-Verificar se a competição realizada no horário previsto provoca elevação da temperatura central acima dos limites de tolerância

-Avaliar o benefício da pausa e da ingestão de líquidos na redução da temperatura central

3. MÉTODOS

As avaliações foram realizadas nas seguintes cidades-sede dos jogos da Copa do Mundo: Manaus, Fortaleza, Brasília e São Paulo , nos horários previstos pelo calendário da FIFA.

3.1. Casuística

Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aceitando participar da avaliação.

Foram avaliados 44 indivíduos saudáveis, do sexo masculino, jogadores de futebol, previamente hígidos, que não estavam em processo de recuperação pós-lesão.

3.2. Material

- a) Balança Antropométrica Filizola®;
- b) Cápsulas termo sensíveis *CorTemp™ Ingestible Core Body Thermometer Pill*;
- c) Analisador de temperatura RF compatible *CorTemp™ 2004 Data Recorder*;
- d) Monitor de estresse térmico ambiental (TGD-200 Instrutherm®);

3.3 Variáveis determinadas:

- % de desidratação
- Temperatura Central
- Stress Térmico

3.4. Procedimentos

Todos os voluntários ingeriram, no dia da avaliação, uma cápsula termossensível 3 horas antes da atividade, para determinação da temperatura central do corpo durante a partida. Em seguida, os voluntários foram submetidos às avaliações e procedimentos, descritos a seguir.

3.4.1. Mensuração do Percentual de Desidratação

A mensuração do peso foi feita com os voluntários descalços e trajando apenas roupas íntimas. Eles foram posicionados no centro da plataforma da balança com os calcanhares unidos, os braços relaxados e o mais ereto possível. A leitura do peso só foi feita após o correto posicionamento. Este procedimento foi realizado antes e após o jogo.

3.4.2. Mensuração da temperatura central do corpo

A mensuração da temperatura interna foi realizada imediatamente antes e durante a partida. Foi utilizado um analisador de temperatura que capta o sinal de radiofrequência emitido pelo sensor da cápsula previamente ingerida pelo voluntário.



O sensor passa a sinalizar a temperatura central do corpo que representa a temperatura do sangue que irá determinar a temperatura do cérebro.

3.4.3. Mensuração do estresse térmico

O estresse térmico ambiental foi verificado por meio da utilização de um termômetro de globo (Figura 1), que calcula o IBUTG para ambientes externos com carga solar (NR15), a partir da equação: $IBUTG (^{\circ}C) = 0,7 t_{bn} + 0,1 t_{bs} + 0,2 t_g$ (onde t_{bn} = temperatura de



bulbo úmido natural; t_{bs} = temperatura de bulbo seco; e t_g = temperatura de globo) (Roberts et al., 1987; DeVries, Housh, 1994).

Figura 1 – Termômetro de Globo com IBUTG.

3.4.4. Jogos realizados

Cumpridas estas etapas, os voluntários participaram de partidas oficiais de futebol e tiveram sua temperatura central determinada a cada 15 minutos de jogo.

Nas quatro partidas realizadas, foram adotadas as seguintes condutas:

Jogo 1 – Manaus – Pausa para hidratação no segundo tempo

Jogo 2 – Fortaleza- Pausa para hidratação no primeiro tempo

Jogo 3 – Brasília – Sem pausa para hidratação

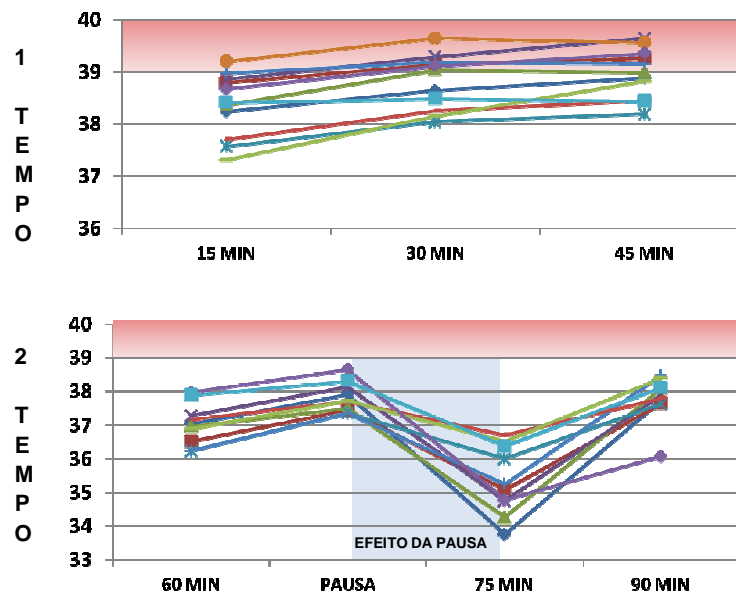
Jogo 4 – São Paulo- Sem pausa para hidratação

Nas pausas a hidratação dos avaliados foi voluntária, sem nenhum tipo de orientação.

4. Resultados

1. Manaus

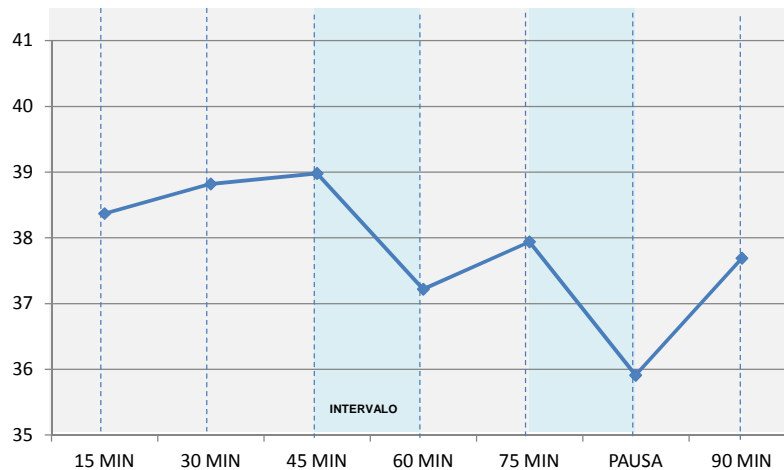
Figura 1.
TEMPERATURAS CORPORAIS
NO PRIMEIRO E SEGUNDO TEMPOS



Na figura 1 podemos observar que no primeiro tempo vários atletas elevaram sua temperatura corporal acima de 39 graus, sendo que alguns manifestaram um comportamento de manutenção de temperatura acima de 39 graus durante os 45 minutos.

Podemos observar que no segundo período a pausa para hidratação se mostrou muito efetiva e evitou que a temperatura corporal dos atletas ultrapassasse o limite dos 39 graus.

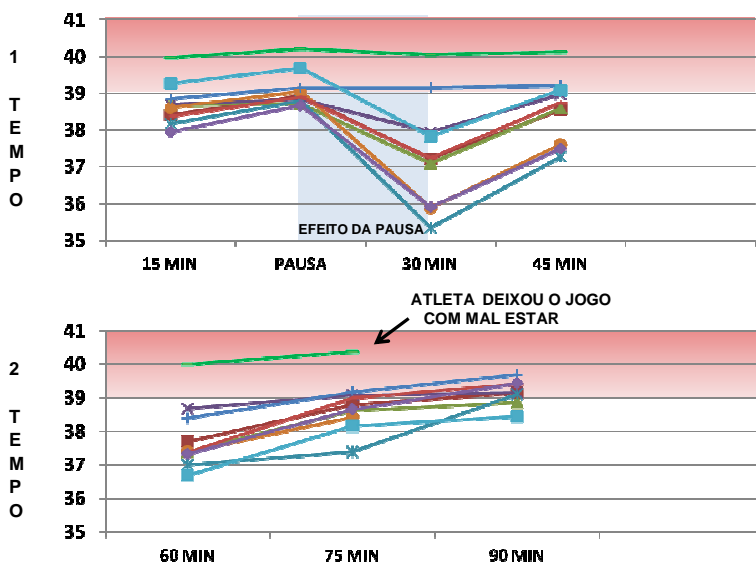
Figura 2.
MEDIAS DE TEMPERATURA CORPORAL –MANAUS



Na figura 2 podemos observar as temperaturas médias dos atletas, mostrando a queda da temperatura no segundo tempo quando foi realizada a pausa para hidratação. Podemos notar que ao final do primeiro tempo a temperatura **média** já atingia 39 graus.

2. Fortaleza

Figura 3.
TEMPERATURAS CORPORAIS
NO PRIMEIRO E SEGUNDO TEMPOS



Na figura 3 podemos observar que no jogo em Fortaleza, a pausa realizada no primeiro tempo evitou que a maioria dos atletas atingissem temperaturas corporais bem acima dos 39 graus. Entretanto, 2 atletas mantiveram temperaturas muito elevadas, provavelmente por não terem se hidratado de forma adequada.

No segundo tempo, sem pausa para a hidratação, vários atletas terminaram o jogo com temperaturas muito elevadas, quase todos ultrapassaram os 39 graus. O atleta que manteve a temperatura acima de 40 graus, manifestou sinais e sintomas de hipertermia e não suportou permanecer na partida necessitando de atendimento.

Na figura 4 está destacado o comportamento da temperatura corporal dos 2 atletas que manifestaram sinais e sintomas de hipertermia, com dor de cabeça, tontura e náuseas. Podemos observar que apesar de não apresentar temperatura acima de 40 graus, o atleta 2 mostrou um perfil de elevação muito acentuado de temperatura corporal, o que talvez explique o mal estar referido.

Figura 4.
COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA INTERNA DE ATLETAS QUE APRESENTARAM SINTOMAS RELACIONADOS AO CALOR

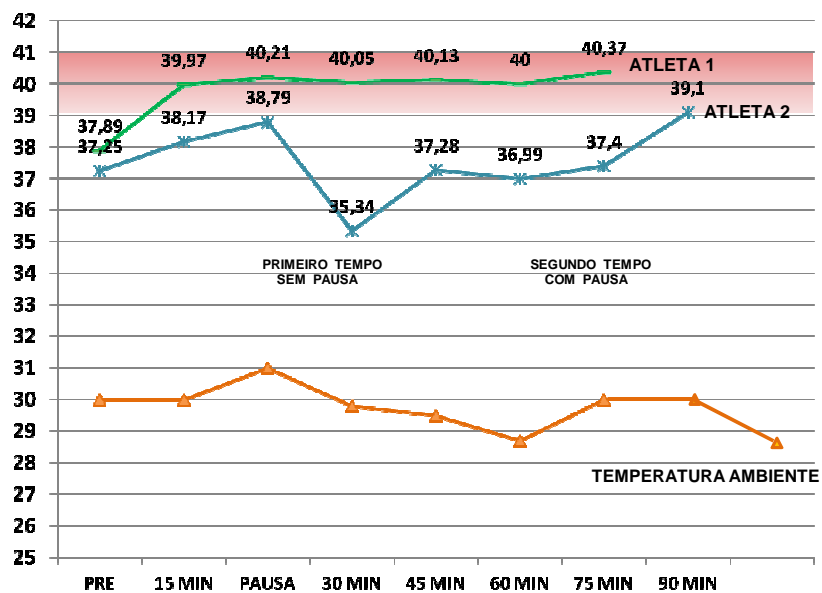
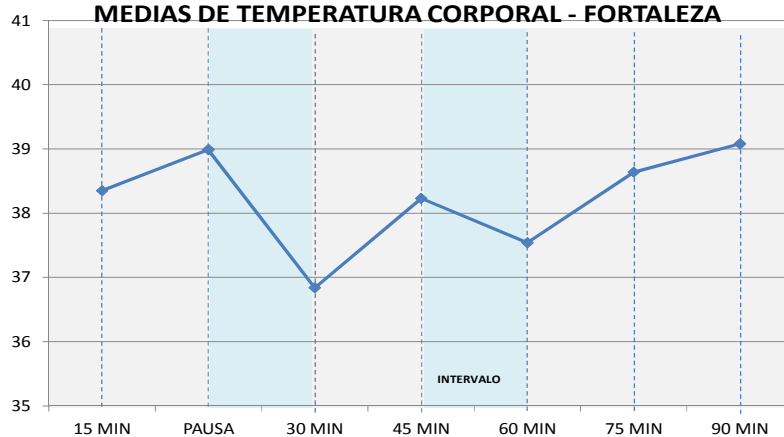


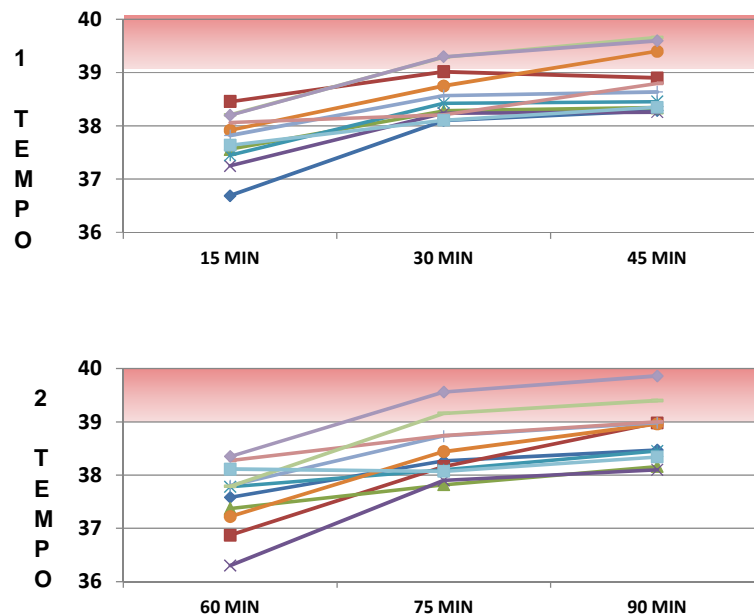
Figura 5.
MEDIAS DE TEMPERATURA CORPORAL - FORTALEZA



Na figura 5 podemos observar novamente que quando não existe a pausa para hidratação a temperatura média dos atletas chega a ultrapassar os 39 graus. No primeiro período, com a pausa para hidratação a média da temperatura ficou dentro de um limite de segurança.

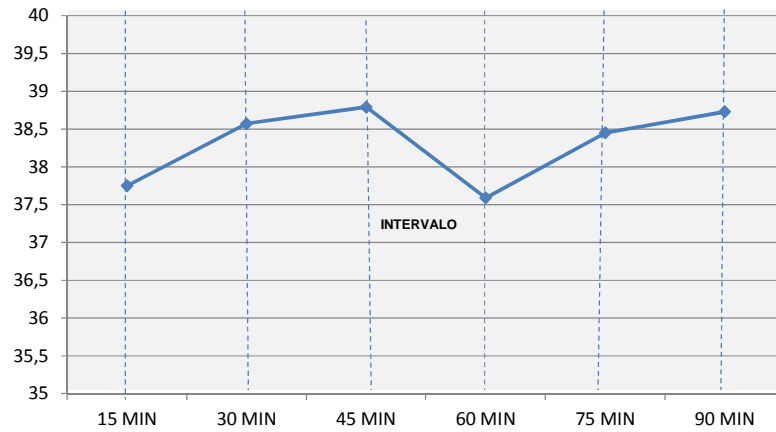
3. Brasília

Figura 6
TEMPERATURAS CORPORAIS
NO PRIMEIRO E SEGUNDO TEMPOS



A figura 6 ilustra a elevação da temperatura corporal dos atletas sem o efeito da pausa de hidratação. Podemos observar que já a partir dos 30 minutos, em ambos os períodos, alguns atletas apresentaram temperatura corporal acima dos 39 graus, e vários no limite desses mesmos 39 graus, apesar da temperatura ambiente ser mais baixa do que em Manaus e Fortaleza, cidades em que a pausa foi realizada (Tabela 1.).

Figura 7
MEDIAS DE TEMPERATURA CORPORAL – BRASÍLIA

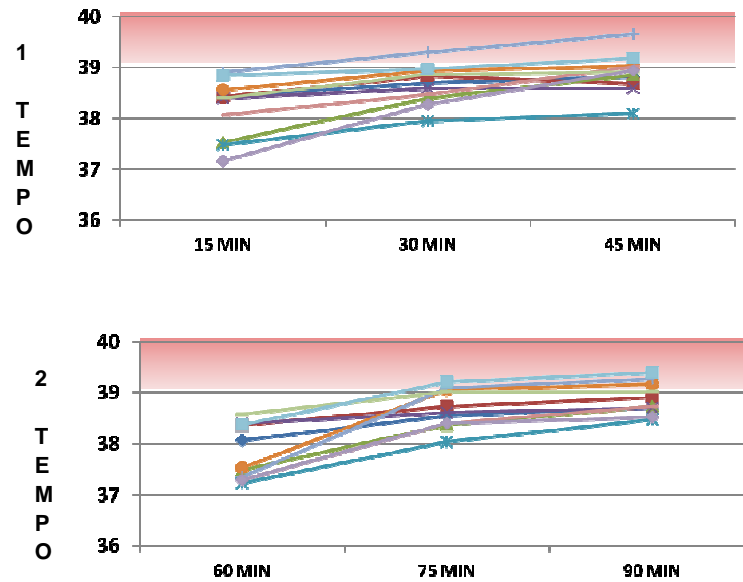


Na figura 7 percebe-se que sem as pausas, as médias de temperatura corporal dos atletas mostram acentuada elevação nos dois períodos, apesar de, como dito anteriormente, a temperatura ambiente ser menos elevada.

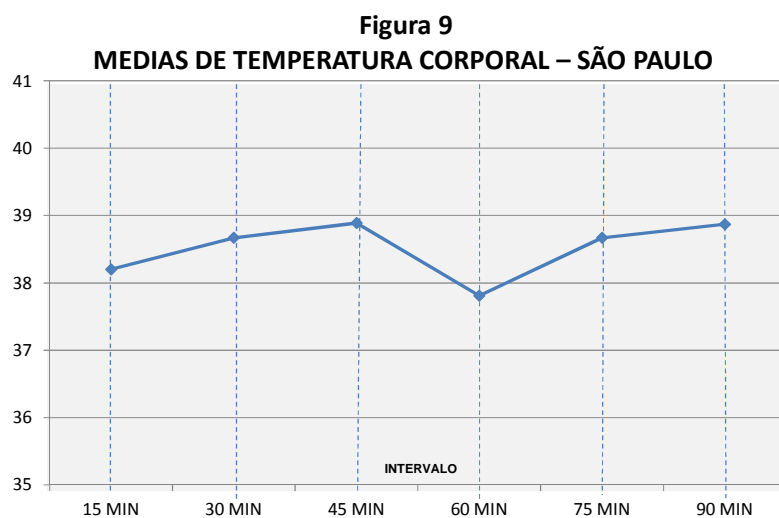
Observa-se que os valores médios atingem índices muito próximos de 39 graus Celsius no final de ambos os períodos

4.São Paulo

Figura 8
TEMPERATURAS CORPORAIS
NO PRIMEIRO E SEGUNDO TEMPOS



Na figura 8 podemos observar o mesmo comportamento de elevação de temperatura corporal na ausência da pausa para hidratação. Assim como em Brasília, alguns atletas apresentaram temperatura corporal acima dos 39 graus.



Na figura 9 observamos o mesmo comportamento de elevação constante da temperatura corporal central devido a não realização das pausas para hidratação.

5. Temperatura ambiente (°Celsius) nas capitais estudadas

Tabela 1.

Cidade	15 min	30 min	45 min	60 min	75 min	90 min
Manaus	30,1	30,5	33,7	32,7	33,1	33,6
Fortaleza	30,0	32,0	31,8	32,4	32,7	32,0
Brasília	29,7	29,5	28,1	27,1	27,9	26,7
São Paulo	30,4	31,4	29,6	30,0	31,1	31,1

6. % Desidratação

Manaus

NUMERO	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESIDRAT.
1	67,85	65	3,26
2	87,4	85,7	1,95
3	89,39	87	2,73
4	66,2	64,8	1,60
5	66,4	64,2	2,52
6	68,9	66,7	2,52
7	86,45	84,2	2,57
8	79,1	77,6	1,72
9	67,2	66,1	1,26
10	84,55	82,5	2,35
11	73,75	73,2	0,63
MÉDIAS	76,829	75,03	2,10

Fortaleza

NUMERO	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESIDRAT.
1	94,1	92,8	1,49
2	60,6	58,6	2,29
3	78,8	76,8	2,29
4	88,6	86,1	2,86
5	88,3	86,1	2,52
6	74,3	73,6	0,80
7	73,3	71	2,63
8	64,9	62,7	2,52
9	89,4	88,1	1,49
10	71,6	70,2	1,60
11	66,1	64,6	1,72
MÉDIAS	77,27	75,51	2,02

São Paulo

NUMERO	PESO INICIAL	PESO FINAL	%DES
1	87,4	85,3	2,40
2	69,3	66,5	3,20
3	77,5	74,6	3,32
4	77,5	75,6	2,17
5	80,8	77,5	3,78
6	67,2	64,7	2,86
7	73,7	70,6	3,55
8	60,9	58,1	3,20
9	73,2	70,1	3,55
10	68	66,4	1,83
11	85,5	82,6	3,32
MÉDIAS	74,64	72,00	3,02

Podemos observar que os atletas apresentaram um grau de desidratação superior a 2 %, em média. entretanto alguns chegaram a ultrapassar 3 %, o que caracteriza um grau moderado de desidratação. Vale lembrar que vários atletas ingeriram líquidos livremente tanto durante os jogos como no intervalo. Além disso, em Manaus e Fortaleza os atletas tiveram a parada técnica para hidratação, o que certamente atenuou o déficit hídrico.

Em São Paulo, onde não houve a parada técnica, a média de desidratação ultrapassou 3 %.

Vale ressaltar que 3% de desidratação é responsável por um decréscimo de desempenho físico da ordem de 20%.

7. Percepção subjetiva de calor

A cada 15 minutos quando eram medidas as temperaturas os atletas eram solicitados a atribuir uma nota numa escala de 0 a 10 para a percepção subjetiva de calor.

As médias de percepção térmica são mostradas na tabela abaixo:

Tabela 3. Valores médios das notas de percepção subjetiva de calor aos 15, 45 e 90 minutos de jogo.

CIDADE	15 MIN	45 MIN	90 MIN
MANAUS	6,55	8,09	7,11
FORTALEZA	6,36	6,45	7,40
BRASÍLIA	7,18	8,82	8,91
SÃO PAULO	6,18	6,45	7,86

Podemos notar que em Manaus e Fortaleza, as pausas foram capazes de atenuar também o desconforto térmico dos jogadores. Em Brasília e São Paulo, locais em que as pausas não foram realizadas, o desconforto referido pelos atletas apresenta uma tendência de elevação com o decorrer da partida.

O que também chamava a atenção era a manifestação subjetiva de calor quantificada com um escore baixo, muitas vezes com nota 4 e a temperatura central acima de 39 graus.

Este fato denota o perigo que o calor excessivo representa, pois muitas vezes o atleta não percebe o risco que está correndo, possivelmente por estar acostumado ao desconforto. Na realidade, a vulnerabilidade do seu cérebro é a mesma de um sedentário. O calor parece ser portanto um perigo traiçoeiro.

8. Discussão e Conclusões

O estudo realizado nas 4 cidades-sede da Copa do mundo: Manaus, Fortaleza, Brasília e São Paulo nos permitiu estabelecer as seguintes considerações:

1. Nos 4 jogos realizados nos horários definidos pela FIFA para as respectivas capitais, observamos elevações acentuadas de temperatura corporal, várias vezes ultrapassando limites considerados críticos para a preservação da saúde dos atletas, com manifestação típica de hipertermia.
2. Os atletas profissionais, voluntários do estudo, eram habitantes das respectivas cidades e, portanto aclimatados ao calor e umidade relativa do ar dessas regiões. Podemos pressupor que indivíduos originários de países de temperatura média anual típica de clima frio deverão apresentar um impacto ainda maior do ponto de vista térmico.
3. As pausas para hidratação mostraram-se bastante eficientes para atenuar a elevação tanto da temperatura corporal, quanto do desconforto térmico durante cada período de 45 minutos. As pausas contribuíram ainda para menores índices de desidratação, uma vez que constituem uma oportunidade mais adequada para a hidratação dos atletas.
4. A hidratação nas pausas deve ser considerada obrigatória, pois observamos que alguns atletas parecem ter menor sensibilidade ao calor e à desidratação, entretanto sua temperatura central é mantida elevada, representando sério risco de hipertermia.

5. A suposição de que São Paulo seria a cidade com menor temperatura ambiente devido à época do ano não se confirmou. Isto demonstra que na ocasião dos jogos da Copa do Mundo, no horário das 13 horas, existe a possibilidade de observarmos a mesma situação de elevada temperatura ambiente, com grande sobrecarga térmica sendo imposta aos atletas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no estudo apontam para um quadro bastante grave quando consideramos a possibilidade de jogos do nível de competição de uma Copa do Mundo serem realizados com as condições climáticas tais como as dos jogos simulatórios.

Alguns agravantes devem ser considerados em uma análise crítica do quadro que iremos enfrentar:

- Sabemos que os atletas das seleções europeias que enfrentarão as condições climáticas de jogos às 13 horas em capitais do norte e nordeste do país não possuem a mesma tolerância ao calor dos atletas voluntários do estudo. O prognóstico de sobrecarga térmica para os atletas europeus chega a ser tenebroso.

- Quando aferimos a percepção subjetiva de desconforto térmico nos atletas voluntários do estudo, detectamos um quadro que causa ainda maior preocupação. Por apresentarem uma tolerância maior ao "sofrimento", decorrente da repetida exposição à condições extremas de sobrecarga física, estes atletas são menos sensíveis ao desconforto térmico. Entretanto a vulnerabilidade de suas células nervosas à hipertermia é a mesma de um indivíduo comum. Isto leva o atleta a atingir uma zona de risco eminente de lesão neurológica provocada pelo calor uma vez que o mecanismo de proteção que o desconforto proporciona estará atenuado. Em outras palavras, o atleta muitas vezes apresenta temperatura central acima de 40 graus e não refere o desconforto que um indivíduo comum manifesta. Isto foi constatado no estudo.

- Comprovamos também, que a medida da temperatura IBUTG que a FIFA se propõe a utilizar como indicador para determinar a necessidade de interrupção para hidratação **não é um parâmetro confiável e capaz de proporcionar segurança para os atletas.** Observamos em nosso estudo situações que a temperatura IBUTG estava dentro da faixa considerada tolerável e a temperatura central

dos atletas se aproximava de 40 graus Celsius. No horário das 13 horas o ambiente climático nas capitais do norte e nordeste é hostil e traiçoeiro.

Considerando a comprovação dos fatos relacionados acima, podemos estabelecer as seguintes considerações finais:

- 1- É fortemente recomendável que se evite a exposição dos atletas à jogos nas capitais do norte e nordeste no horário das 13 horas. A mudança deste horário seria a providência mais lógica para evitar um risco eminente de comprometimento da integridade física dos atletas.
- 2- Na absoluta impossibilidade de mudança de horário, devem ser consideradas obrigatórias pelo menos uma parada técnica para hidratação em cada tempo de jogo, independentemente da temperatura IBUTG. Este recurso apesar de não ser garantia de segurança absoluta, irá atenuar a magnitude do problema, como foi comprovado no estudo.

Referências Bibliográficas

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand. Exercise and fluid replacement. **Medicine and Science Sports and Exercise**, Madison, v.29, n.1, p.11, 1996.

ARMSTRONG, L.E. **Performing in extreme environments**. Champaign: Human Kinetics, 2000.

CASA, D.J.; ARMSTRONG, L.E.; HILLMAN, S.K.; MONTAIN, S.J.; REIFF, R.V.; RICH, B.S.E.; ROBERTS, W.O.; STONE, J.A. National Athletic Trainer's Association Position Statement (NATA): fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, Dallas, v.35, n.2, p.212-24, 2000.

COUTO, H.A. **Fisiologia do trabalho aplicada**. Belo Horizonte: Ibéria, 1978.

DeVRIES, H.A.; HOUSH, T.J. **Physiology of exercise**. 5th.ed. Iowa: Brown & Benchmark, 1994.

FERNANDES, A.D. **A aventura do risco entre os trabalhadores do corte de cana-de açúcar**. 2002. 245 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2002.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produto**. São Paulo, E. Blücher, 1993.

KENNEY, W.L. Thermoregulation at rest and during exercise in health older adults. **Exercise Sports Science Reviews**, Baltimore, v. 25, p 41-76, 1997.

PANDOLF, K.B.; SAWKA, M.N.; GONZALEZ, R.R. **Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes**. Carmel: Cooper Publ. Groups, 1986.

PITTS, G.C.; JOHNSON, R.E.; CONSOLAZIO, F.C. Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.142, n.253-9, 1944.

SAWKA, M.N. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.6, p.657-70, 1992.

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