

Alina Brenda Prudencini

**O AUMENTO DA TEMPERATURA CORPORAL INTERNA LIMITA O
DESEMPENHO NO FUTEBOL?**

BELO HORIZONTE

2015

ALINA BRENDA PRUDENCINI

**O AUMENTO DA TEMPERATURA CORPORAL INTERNA LIMITA O
DESEMPENHO FÍSICO NO FUTEBOL?**

Projeto de trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Educação Física, modalidade bacharelado da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Orientador: Dr. Washington Pires

BELO HORIZONTE

2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, aquele que é minha inspiração a prosseguir e que me leva a lugares altos, pelo teu imensurável amor e misericórdia.

À minha mãe, Andreia, pelo incentivo, orações e exemplo durante toda minha vida.

A meu padrasto, Geraldo, por ser um pai para mim.

A meu pai, pelo ânimo e alegria que transmite.

À minha vó, Conceição por ser uma segunda mãe e fazer tantas coisas por mim.

As minhas tias, Adriana e Regiane, pelas conversas e conselhos.

A meu orientador Dr. Washington Pires, que dedicou parte de seu tempo auxiliando em cada conteúdo deste trabalho. Uma pessoa que demonstrou compromisso e respeito com minha formação. Sinto-me muito agradecida por ter sido orientada por ele. A vontade de participar do laboratório de Fisiologia do Exercício, acompanhar as reuniões científicas e seguir carreira acadêmica partiu dos conselhos e admiração que tenho pelo Washington.

RESUMO

O jogo de futebol é caracterizado como uma atividade prolongada (duração de 90 minutos, com um intervalo de 15 minutos na metade do jogo), intermitente e de alta intensidade. Devido a estas características e às condições ambientais, durante uma partida pode ocorrer aumento da temperatura interna, bem como desidratação, fatores que podem diminuir o desempenho físico. Assim, o objetivo desta revisão foi descrever a termorregulação no futebol e a relação existente entre o aumento da temperatura interna e a desidratação sobre o desempenho dos jogadores durante uma partida. A literatura consultada mostrou que tanto em atletas amadores quanto nos profissionais ocorre aumento de temperatura interna durante a partida. Além disso, uma partida induz a perda de 1 a 3,5 litros de suor, gerando alterações no balanço hídrico eletrolítico. Não existe uma recomendação única para a reposição hídrica, uma vez que a demanda energética de cada jogador pode influenciar a taxa de sudorese. A reposição com água parece suficiente, não sendo necessária a utilização de bebidas que contenham eletrólitos. Ao longo da partida ocorre redução do desempenho dos jogadores (diminuição da distância percorrida) que está associada ao aumento da temperatura interna. Quando os jogadores disputam os jogos em ambiente quente, a associação entre temperatura e o desempenho é ainda maior. Assim, é importante que o jogador adote estratégias de ritmo, de hidratação e resfriamento do corpo. As mulheres apresentam menores valores de distância percorrida em corridas de alta intensidade, capacidade anaeróbica, mudanças de atividade durante o jogo, taxa de sudorese, perda de eletrólitos e taxa de produção de calor durante a partida, como consequência das diferenças hormonais. Por fim, a aclimação induzida por sessões de hipóxia normobárica (antes de uma partida realizada em alta altitude) é suficiente para aumentar a SpO₂ e diminuir a frequência cardíaca de repouso próximo a valores de normoxia, potencializando o desempenho. Para a realização deste trabalho foram selecionados estudos dos últimos vinte oito anos em idioma inglês e português. Utilizou-se para busca a base de dados da plataforma capes e pubmed, notícias de jornais e o google acadêmico.

Palavras-chave: Termorregulação.Futebol.Desidratação.Temperatura Interna.

ABSTRACT

The game of soccer is characterized by being a prolonged activity (duration of 90 minutes, with a break of 15-minutes in the middle of the game), intermittent and of high-intensity. Because these characteristics and environmental conditions, during a match internal temperature increase and thus dehydration maybe occur, factors that may decrease the physical performance. Therefore, the aim of this review was to describe the thermoregulation in soccer and their relationship between the increase in internal temperature and dehydration on performance of players during a match. The literature showed that in both amateur as the professional athletes internal temperature increases during the match. In addition, a game induces loss from 1 to 3.5 liters of sweat, generating changes in hydroelectrolytic sheet. There is not single recommendation for fluid replacement, since the energy demand of each player can influence the sweat rate. Resetting seems sufficient water, not being necessary the use of electrolyte-containing drinks. Throughout the game there is a reduction of the performance of the players (decreased distance travelled) that is associated with increased internal temperature. When players compete for the games in a hot environment, the association between temperature and performance is even greater. Then, is important that the player adopts pacing strategies, hydration and body cooling. Women have smaller distance values covered in high-intensity running, anaerobic capacity, activity changes during the game, sweat rate, electrolyte loss and heat production rate during the match, as a result of hormonal differences when compared with men. Finally, acclimation induced by normobaric hypoxia sessions (before of a match held in high altitude) is sufficient to increase SpO₂ and decrease the heart rate of resting near normoxia values, enhancing performance. In the present review were selected studies the past twenty-eight years in English and Portuguese. We used platform capes and pubmed, news of news and academic google to search the database.

Keywords: Thermoregulation. Soccer. Dehydration. Internal temperature.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.2 Objetivo geral	12
1.3 Objetivos específicos.....	12
2 METODOS	13
3 DESENVOLVIMENTO.....	14
3.1 Comportamento da temperatura corporal interna durante a partida de futebol 14	
3.2 Hidratação no Futebol	19
3.3 Diferença entre os sexos em relação à termorregulação no futebol.....	24
3.4 Os efeitos da aclimação ao calor sobre as respostas termorregulatórias durante a partida de futebol.....	28
3.5 Relações entre as respostas termorregulatórias e as variáveis de desempenho durante a partida de futebol.....	34
4 CONCLUSÕES	44
5 APLICABILIDADE DOS RESULTADOS ENCONTRADOS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte de abrangência mundial praticado em todos os continentes. Essa modalidade é realizada em terreno gramado de dimensões entre 64 a 75 metros de largura por 100 a 110 metros de comprimento. As equipes são compostas de 10 jogadores de linha e 1 goleiro. O jogo tem duração total de 90 minutos, sendo dois tempos de 45 minutos e um intervalo de 15 minutos (PACHECO *et al.*, 2012).

O jogo de futebol é caracterizado como uma atividade física intermitente de longa duração. Os esforços de alta intensidade e curta duração são seguidos por períodos de recuperação ativa. Além disso, o futebol é caracterizado como uma atividade com alto gasto energético. Os períodos de recuperação ativa são possíveis em virtude do grande número de jogadores (PACHECO *et al.*, 2012). Em média, cada esforço de alta intensidade tem a duração de 2 a 4 segundos seguidos por 90 segundos de pausa ativa. No âmbito profissional, os jogadores correm cerca de 10 a 12 quilômetros em alta intensidade (80 a 90% da frequência máxima). Esta intensidade de esforço corresponde a velocidade média de 7 km/h (STOLEN *et al.*, 2005). O futebol demanda também de seus praticantes bom desenvolvimento da força muscular, pois as tarefas de cabeceios, disputas de bola, saltos, chutes, mudança de direção e *sprints* demandam potência e velocidade (PACHECO *et al.*, 2012).

Em relação às vias de fornecimento de energia, o futebol é classificado como predominantemente aeróbico, pois os períodos de recuperação ativa que ocorrem durante a partida são proporcionalmente longos em relação ao tempo de estímulo. Por outro lado, durante os esforços de alta intensidade, ocorre contribuição significativa da via anaeróbia láctica. O componente de energia anaeróbica aláctica contribui com um percentual menor da energia gasta, pois embora a recuperação entre os estímulos seja longa, esta é insuficiente para ressintetizar todos os estoques de fosfocreatina.

Para determinar a demanda fisiológica considerando as especificidades de cada jogador, Coelho *et al.* (2011) mediram a intensidade de jogos de futebol

profissional e compararam a demanda energética entre jogadores de diferentes posições táticas. Foram analisadas a frequência cardíaca máxima (FC_{max}) e a frequência cardíaca no limiar anaeróbico nas categorias sub-17 e sub-20. A intensidade do jogo foi expressa como % de FC_{max} e foi dividida em 5 zonas de intensidade, sendo zona 1 = < 70 %, zona 2 = 70 a 85 %, zona 3 = 85 a 90 %, zona 4 = 90 a 95 % e zona 5 = 95-100 %. Foi encontrado que a maior parte do jogo é disputada na zona 2 (70 a 85%). Os defensores e os atacantes passam mais tempo na zona 2, os meios de campo ficam a maior parte do tempo na 3 e os laterais na 5. No primeiro tempo, prevalecem a zona 4 e 5, já no segundo tempo as zonas 1 e 2 são maiores. A intensidade média do jogo corresponde a 84% da FC_{max} e a intensidade do limiar anaeróbico corresponde a 87% da FC_{max} , em ambas categorias. O percentual de tempo acima da intensidade do limiar anaeróbico foi de 52 % para a categoria sub 17 e 51 % para sub 20.

Os laterais realizam a maior parte das ações de maior intensidade e de curta duração, as quais são determinantes para o sucesso no jogo. Os meios de campo devem ter uma capacidade aeróbica bem desenvolvida, pois percorrem grandes distâncias e precisam recuperar rapidamente. Os atacantes e zagueiros precisam cobrir toda a região entre o meio do campo e área de ataque/defesa em grande velocidade, portanto, estes também necessitam de boa capacidade aeróbia.

Segundo a literatura, a alta intensidade do futebol só é possível em virtude dos longos períodos de recuperação entre os esforços (PACHECO *et al.*, 2012). De fato, Coelho *et al.* (2012) encontraram menores valores de FC e FC_{max} no segundo tempo de um jogo da categoria sub 20 de um time brasileiro da primeira divisão. É interessante notar também que a intensidade do jogo vai diminuindo no segundo tempo, em função de um possível aumento do estresse fisiológico ao longo da partida. Portanto, o jogo de futebol é caracterizado, de forma geral, como uma atividade física de alta intensidade, na qual a demanda energética depende da função de cada jogador.

A temperatura interna do ser humano engloba a temperatura do abdômen, tórax e crânio. Esta é mantida em aproximadamente 37°C por meio de um balanço entre o calor corporal produzido e o calor dissipado para o ambiente.

Durante o exercício físico realizado em ambiente temperado ou quente, a produção de calor nos músculos em contração é maior que o calor dissipado (WEBB, 1995) por meio dos mecanismos de convecção e evaporação, logo, a temperatura interna aumenta (IUPS THERMAL COMMISSION, 2001). No futebol, esporte intermitente de alta intensidade e longa duração, a produção de calor dos jogadores supera sua dissipação e a temperatura interna aumenta à medida que a partida progride. Existem estudos mostrando que ao final do primeiro e do segundo tempo a temperatura interna alcança valores elevados (EDWARDS *et al.*, 2006), o que pode diminuir o desempenho dos jogadores.

A redução do desempenho físico associado ao aumento da temperatura interna é decorrente da redução da motivação para o exercício induzida pelo aumento da temperatura do cérebro, de acordo com Cheung e Sleivert (2004). Além disso, durante a partida de futebol, o aumento da temperatura interna pode resultar em maior utilização de glicogênio muscular (STARKIE *et al.*, 1999), alto gasto energético (COELHO *et al.*, 2012) e alterações no balanço de neurotransmissores no sistema nervoso central (SOARES *et al.*, 2003).

Devido ao aumento da temperatura interna, o esforço cardiovascular é maior durante um jogo de futebol realizado sob condições ambientais adversas. Para dissipar o calor produzido, ocorre aumento da taxa de sudorese e aumento do fluxo sanguíneo na pele (RODRIGUES *et al.*, 1999). O débito cardíaco aumenta para que seja mantido um maior fluxo sanguíneo cutâneo. A perda de água e eletrólitos a partir do suor resulta em diminuição do volume plasmático, segundo Sawka e Coyle (1999). Como resultado da redução do volume plasmático o débito cardíaco diminui, e se as perdas hídricas não forem repostas, a percepção do esforço aumenta, diminuindo o desempenho do jogador.

Alguns relatos de técnicos de futebol sobre a influência da temperatura ambiental nos jogos são encontrados nos jornais. Em uma entrevista Murici Ramalho, na época, técnico do São Paulo, reclama: Não é desculpa, mas faz um calor insuportável nesta época do ano... Os jogadores sofreram muito com a temperatura. Em todos os estaduais os grandes sofrem muito. Os outros

times levam vantagem pela preparação. Nosso time sofreu muito com isso+ (LEONAN, 2014).

É importante ressaltar que existem limitações no estudo da termorregulação no futebol em virtude da dificuldade de medir a temperatura interna dos jogadores. Atualmente, tem sido utilizado um método de medida por meio da ingestão de uma pílula capaz de armazenar os valores da temperatura ao longo do jogo. Entretanto, este método é de difícil aplicação e restrito em nível competitivo. Edwards *et al.* (2006) estudou a termorregulação em jogos de futebol profissional e amador. O jogo para jogadores amadores foi realizado a uma temperatura ambiente de 16°C e umidade relativa do ar de 47%, já a partida para os profissionais foi realizada a uma temperatura ambiente de 19°C e umidade relativa do ar de 53%. Nessas condições todos os jogadores apresentaram perdas de peso e volume plasmático após a partida. Entre os jogadores profissionais observou-se melhor regulação da temperatura corporal, embora as perdas hídricas tenham sido maiores. Este estudo mostra que à medida que o jogador treina, o mesmo torna-se mais aclimatado e conseqüentemente sua temperatura interna é regulada de forma mais eficiente. O atleta aclimatado transpira mais, apresenta maior conforto térmico, menor temperatura interna de repouso e menor perda de eletrólitos no suor. Além disso, ocorrem adaptações cardiovasculares, tais como aumento da cavidade ventricular esquerda, maior capilarização e redução do hematócrito (volume total ocupado pelas células vermelhas em relação ao volume de sangue) gerando menor atrito entre as células, segundo Sawka e Coyle (1999). Outro achado importante deste estudo foi que mesmo nos atletas profissionais, os quais estão adaptados a condições mais adversas, a temperatura interna aumenta, indicando que durante uma partida de futebol a intensidade de exercício pode causar um aumento de temperatura corporal independente da categoria dos jogadores. No Brasil, por ser um país de clima tropical ou subtropical é frequente temperaturas mais elevadas. Desta forma, são necessários cuidados especiais para que durante uma partida de futebol o aumento da temperatura interna seja atenuado.

A desidratação se caracteriza pela perda de líquidos e sais minerais do corpo. Em condições normais perde-se aproximadamente 2,5 litros de água por dia

através da urina, das fezes, da respiração e do suor. Uma perda acima desse valor, induz a desidratação, podendo causar impactos na saúde e no desempenho esportivo (TRAVAGLIA, 2012). Os principais métodos para quantificar o estado de hidratação de um indivíduo são: a medida da osmolaridade plasmática, da gravidade específica da urina, da osmolaridade urinária e das alterações na massa corporal (SAWKA *et al.*, 2007).

Embora a sudorese seja o principal mecanismo de dissipação de calor nos seres humanos durante o exercício físico, a perda de água e eletrólitos no suor pode levar a desidratação. Grande parte da água perdida é proveniente do plasma sanguíneo, conseqüentemente ocorre diminuição do volume plasmático, do débito cardíaco, da pressão arterial e estas respostas podem reduzir a capacidade de realizar exercício.

Durante atividades físicas prolongadas, como o jogo de futebol, 90% das glândulas sudoríparas estão ativadas. Isso ocorre em função do aumento da temperatura interna, o qual aumenta a taxa de sudorese. Quanto maior a intensidade e a duração do esforço, maior a taxa de sudorese e o percentual de desidratação, segundo Smith e Havenith (2011). Alguns estudos mostram que uma partida de futebol induz perda de 1 a 3,5 litros de suor (MONTEIRO *et al.*, 2003). Essa perda de água e eletrólitos pode gerar distúrbios no balanço hídroeletrolítico que pode gerar conseqüências graves que limitam o desempenho durante o exercício prolongado. Caso a perda exceda 2% da massa corporal, o desempenho cognitivo ou mental pode também ser afetado (SAWKA *et al.*, 2007). Além disso, a elevação da temperatura interna associada à desidratação faz com que ocorra aumento da percepção subjetiva do esforço e aumento da sensação de fadiga (ALI *et al.*, 2011).

Em virtude do aumento da temperatura interna durante a partida de futebol e das alterações no balanço hídrico e eletrolítico, o objetivo da presente revisão é descrever a termorregulação no futebol e a relação do aumento da temperatura corporal e desidratação no desempenho dos jogadores durante a partida.

1.2 Objetivo geral

Descrever a termorregulação durante a partida de futebol e a relação do aumento da temperatura interna e desidratação no desempenho dos jogadores durante a partida.

1.3 Objetivos específicos

- 1) Descrever o comportamento da temperatura corporal dos jogadores de futebol durante a partida de futebol.
- 2) Descrever as recomendações de hidratação no futebol.
- 3) Descrever as diferenças entre os sexos em relação à termorregulação durante a partida de futebol.
- 4) Descrever os efeitos da aclimação ao calor sobre as respostas termorregulatórias durante a partida de futebol.
- 5) Descrever as relações entre as respostas termorregulatórias e as variáveis de desempenho durante a partida de futebol.

2 MÉTODOS

Foi realizada uma busca de estudos, utilizando-se a base de dados da plataforma capes e pubmed, notícias de jornais e o google acadêmico. Foram revisadas as publicações nos idiomas inglês e português, entre o ano de 1986 e 2014.

Foram selecionadas publicações que abordassem sobre a intensidade característica do futebol, balanço hídrico eletrolítico durante o jogo, comportamento da temperatura interna dos jogadores, nível de desidratação, diferenças existentes entre os sexos e efeitos da aclimatação. Estudos que apresentassem uma das palavras chaves em questão: futebol, desidratação, temperatura interna, termorregulação e seus derivados em inglês foram incluídos.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Comportamento da temperatura corporal interna durante a partida de futebol

Atualmente, no âmbito do futebol profissional existe preocupação por parte das comissões técnicas com as condições ambientais as quais os jogos serão realizados. Tal preocupação está relacionada aos possíveis efeitos do calor sobre o desempenho e saúde dos jogadores. Junior *et al.* (2014) realizaram um estudo, entre junho e julho de 2014, motivado pela tabela da copa do mundo e pelo horário de alguns jogos que seriam realizados às 13 horas e às 15 horas. Este trabalho fornece evidências dos malefícios das altas temperaturas sobre o organismo do atleta. Foram realizados quatro jogos-teste com atletas profissionais em Manaus, Brasília, Fortaleza e São Paulo às 13h e 15h. Os atletas ingeriram uma cápsula com um sensor térmico e um aparelho receptor registrava a temperatura corporal em diversos momentos do jogo. Na maioria das situações, os jogadores apresentaram uma temperatura interna próxima de 40°C, a qual representa hipertermia severa e risco de lesões relacionadas ao calor. Os sintomas são a sensação de mal-estar, vômito e desmaios. E, em situações extremas, pode levar à morte.

Os resultados deste estudo fizeram com que a Federação Nacional dos Atletas Profissionais de Futebol (Fenapaf) requeresse judicialmente o adiamento destes jogos e a mudança para o horário de 17 horas; porém o pedido foi negado pela FIFA.

O pesquisador brasileiro, Turíbio Leite de Barros, disse: "Não é terrorismo dizer que existe o risco de os jogadores terem uma lesão neurológica, como o coma ou acidente vascular cerebral (AVC), nas partidas realizadas às 13 horas. Na maioria das vezes, é um perigo silencioso".

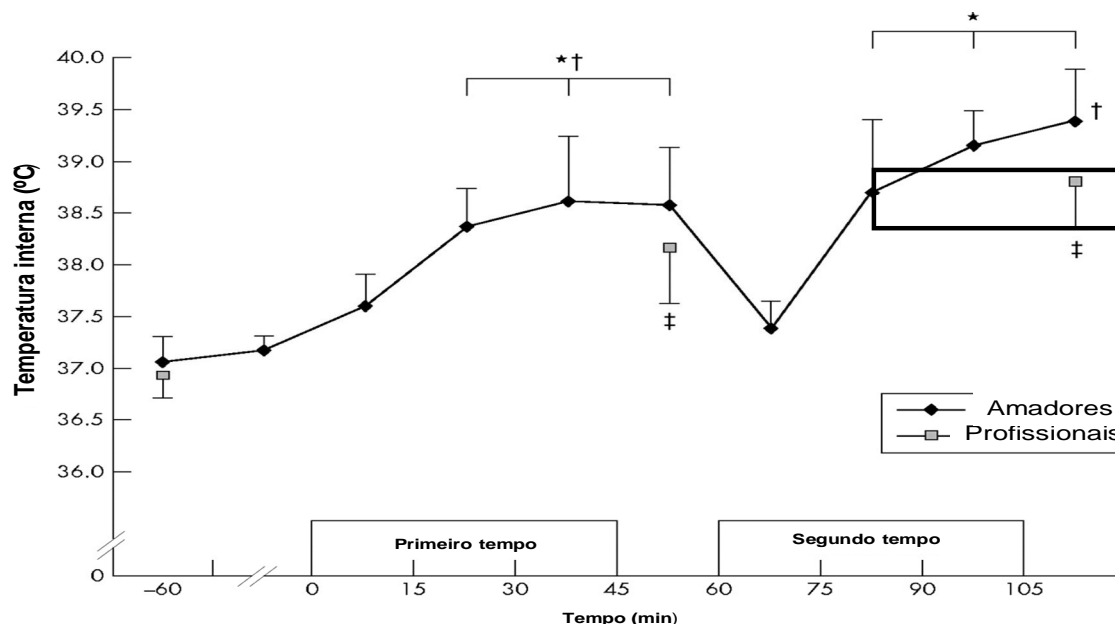
Durante a Copa das Confederações, duas seleções europeias . Itália e Espanha . sofreram muito com as condições climáticas. A Espanha atuou no

Recife, Rio de Janeiro e Fortaleza. A sensação era de que não haveria como alterar muita coisa para a Copa. Tentamos nos recuperar da melhor forma possível entre uma partida e outra, mas não temos como mudar o clima. A temperatura não é a melhor para a gente, mas é igual para todos, disse o volante Busquets. O goleiro italiano Buffon foi irônico ao comentar os jogos no início da tarde. Foi bom, é um horário inteligente para se jogar.

Nesse sentido, alguns grupos de pesquisa vêm investigando as respostas termorregulatórias durante as partidas de futebol. Edwards *et. al.* (2006) investigaram o comportamento da temperatura corporal no futebol por meio de um sistema de telemetria no qual os jogadores ingeriram uma pílula capaz de armazenar valores de temperatura interna ao longo do jogo. Nesse estudo participaram 8 jogadores universitários e 7 jogadores profissionais. Os jogos foram realizados em duas condições ambientais diferentes: temperatura externa de 16°C e 19°C com umidade relativa do ar de 47% e 53%, respectivamente, sendo que os valores mais elevados foram medidos nos jogos profissionais.

O gráfico abaixo mostra o comportamento da temperatura interna de jogadores amadores e profissionais ao longo das partidas:

Figura 1. Comportamento da temperatura interna de jogadores de futebol amadores e profissionais ao longo de partidas realizadas em diferentes condições ambientais (16°C e 19°C com umidade relativa do ar de 47% e 53%) respectivamente.



Adaptado de Edwards *et al.* (2006).

É possível perceber que a temperatura interna aumenta ao longo do jogo, tanto nos jogadores amadores quanto nos profissionais. Ao final do primeiro e do segundo tempo foram observados os maiores valores de temperatura em relação ao começo do jogo, sendo que ao final do segundo tempo foi observado o maior valor de toda a partida. Os jogadores profissionais apresentaram menores valores de temperatura interna quando comparado com os amadores. Nota-se também um maior aumento da temperatura nos jogadores amadores no início do segundo tempo em relação ao observado no início do primeiro tempo.

A massa corporal dos jogadores foi medida antes e após a partida. Houve redução significativa da massa corporal nos dois grupos experimentais. Esta redução foi maior nos profissionais quando comparados aos amadores indicando que a taxa de sudorese foi maior para os profissionais. Houve ainda redução do volume plasmático em ambos os grupos, entretanto esta redução foi maior nos profissionais.

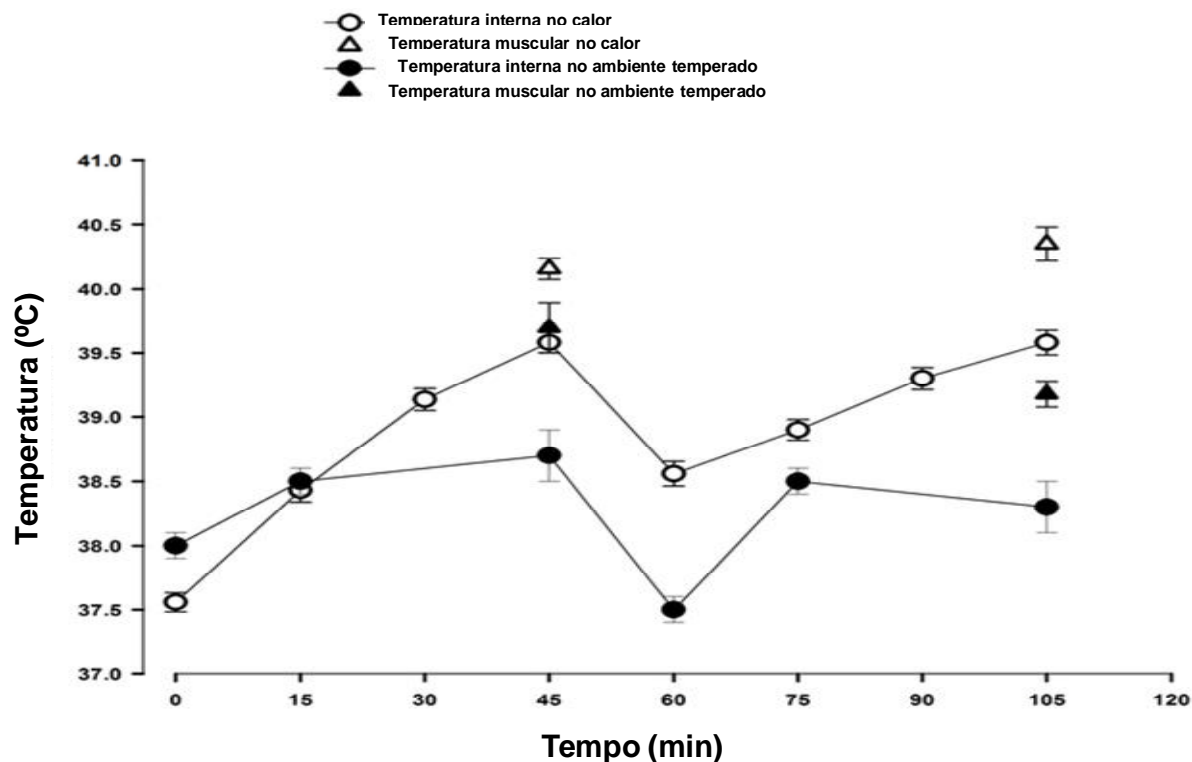
Todos esses resultados mostram que mesmo nos atletas profissionais, os quais estão mais adaptados às condições de jogo, a temperatura interna aumenta; indicando que durante uma partida de futebol o estresse térmico ambiental pode interferir no desempenho, independente da categoria dos jogadores. Em virtude das adaptações induzidas pelo treinamento de futebol, os jogadores profissionais apresentaram menor aumento da temperatura interna e maior taxa de sudorese em comparação aos amadores. Devido à aclimatação ao calor induzida pelo treinamento, os jogadores profissionais apresentaram maior redução do volume plasmático e de massa corporal.

Segundo Mohr *et al.* (2012), o aumento da temperatura interna induzido pelo jogo de futebol no calor, pode aumentar a sensação de fadiga e diminuir o desempenho dos jogadores. Em seu estudo, foram avaliadas duas condições de jogo em atletas profissionais: a primeira em ambiente temperado (21 °C) e a segunda em ambiente quente (43 °C). Nas duas condições foram medidas a temperatura interna e a temperatura muscular dos jogadores.

O jogo realizado no ambiente quente resultou em maior aumento de aproximadamente 1°C nas temperaturas interna e muscular quando comparado ao mesmo jogo realizado no ambiente temperado.

O gráfico mostra a temperatura muscular e temperatura interna durante o primeiro e o segundo tempo em ambiente quente e no ambiente temperado.

Figura 2. Comportamento da temperatura interna e muscular de jogadores de futebol profissional em partidas realizadas em ambiente quente (43°C) e temperado (21°C).



Adaptado Mohr *et al.* (2012).

No estudo descrito acima, a taxa de sudorese foi maior no ambiente quente (2,48 L.h⁻¹) em comparação ao ambiente temperado (1,55 L.h⁻¹), entretanto, o volume de água ingerido foi suficiente para manter os valores de massa corporal ao final de ambas as partidas, não ocorrendo desidratação.

Conclui-se que a partida de futebol induz aumento da temperatura interna dos jogadores nos dois tempos do jogo, sendo que no segundo tempo este aumento tende a ser maior em comparação ao primeiro tempo. Durante a partida ocorre perda hídrica acentuada resultando em aumento da osmolaridade plasmática. Por fim, os jogadores profissionais apresentam maior tolerância ao calor, mostrando que a capacidade aeróbia e a aclimação ao calor são fatores fundamentais para o bom rendimento nos jogos.

3.2 Hidratação no Futebol

Segundo Silva *et al.* (2011) o exercício físico induz perda hídrica através do suor principalmente quando este é realizado em temperaturas elevadas. Essas perdas podem reduzir o desempenho esportivo e em magnitudes extremas representam um risco para a saúde. Dependendo da quantidade de líquido perdido na transpiração pode haver alterações profundas no equilíbrio hidroeletrólítico, afetando a termorregulação. Porém, em níveis normais a sudorese é um mecanismo eficiente de dissipação do calor, limitando o aumento da temperatura interna durante o exercício.

Grande parte da água perdida por meio do suor é proveniente do plasma, conseqüentemente há uma redução do volume plasmático; tal redução é proporcional à intensidade, duração e ao tipo de exercício, de acordo com Smith e Havenith (2011). Em virtude dessa diminuição do volume plasmático, ocorre aumento da frequência cardíaca para evitar reduções no débito cardíaco, porém, se o exercício for de longa duração, essa redução ocorrerá (SILVA *et al.*, 2011). Devido à redução do débito cardíaco, ocorrerá diminuição do fluxo sanguíneo na pele e, conseqüentemente, um aumento da temperatura corporal.

O hipotálamo é considerado o centro termorregulatório, o qual modula a via eferente da sudorese. Sua função é manter a temperatura interna dentro de valores próximos a 37°C. Quando esta temperatura aumenta para valores superiores a 37 °C ou abaixo deste valor, os termofetores para dissipar ou conservar calor são estimulados. Entretanto, se a temperatura ultrapassar em média 5°C acima ou abaixo do valor de referência (37°C), o risco de falência orgânica é eminente. Os principais sintomas do aumento exagerado da temperatura interna são: sudorese intensa, desidratação, hipovolemia, redução do débito cardíaco, aumento da frequência cardíaca; e em casos mais graves colapso circulatório, choque térmico e óbito (SILVA *et al.*, 2011).

A transpiração leva à perda de água e eletrólitos, tais como o sódio, cloreto, potássio, magnésio e o cálcio. A concentração desses íons no suor varia entre

os indivíduos e está intimamente relacionada à taxa de transpiração, estado de treinamento e estado de aclimação ao calor. Em repouso parte dos eletrólitos ingeridos são excretados a partir da urina. Por outro lado, durante o exercício a perda de água corporal aumenta e como resposta adaptativa a taxa de produção de urina diminui (SILVA *et al.*, 2011). Quando grandes quantidades de água são perdidas, o volume plasmático diminui e quando um novo equilíbrio hídrico entre os espaços intra e extracelulares é atingido, a osmolaridade em ambos os compartimentos torna-se maior.

Alterações no equilíbrio hídrico podem comprometer o desempenho aeróbio. Caso a reposição líquida não seja adequada ocorre queda acentuada do desempenho durante atividades prolongadas. Estudos mostram que pessoas desidratadas são intolerantes ao exercício prolongado e ao estresse ao calor (SILVA *et al.*, 2011).

Perdas hídricas, as quais induzem redução entre 1 a 2% da massa corporal já são suficientes para ampliar o aumento da temperatura interna induzido pelo exercício. Já as reduções superiores a 2% da massa corporal diminuem o desempenho cognitivo e mental. Por fim, perdas superiores a 4% resultam em fadiga e a desidratação grave (redução superior a 6%) representa risco de ocorrência do choque térmico (SILVA *et al.*, 2011).

Considerando os efeitos da desidratação sobre a regulação da temperatura corporal e o desempenho, tem-se sugerido que o jogador deve se hidratar antes, durante e após a partida. É recomendado que esta hidratação considere a intensidade do exercício, as condições climáticas, a aclimação do atleta, o condicionamento físico e as características individuais fisiológicas e biomecânicas. Em relação à composição da bebida, alguns pesquisadores defendem a ingestão apenas de água, respeitando a sede. Outros defendem a ingestão de bebidas esportivas contendo água e eletrólitos (MONTEIRO *et al.*, 2003).

Estudos mostram que o estado de hidratação não modifica o comportamento da temperatura interna no início de um exercício contínuo com intensidade moderada, entretanto, após cerca de 30 minutos de exercício, a desidratação

induz maior elevação da temperatura interna quando comparada ao estado euhidratado. Para verificar os efeitos da desidratação sobre o desempenho em jogadores de futebol, Ali *et al.* (2011) examinaram a influência da ingestão de líquidos na termorregulação, desempenho em *sprints* e em habilidades específicas do futebol em jogadoras durante uma simulação de jogo de 90 minutos. Os resultados mostraram que as jogadoras que ingeriram água durante o jogo diminuíram apenas 1% do peso corporal medido no término. Já as jogadoras que não ingeriram água apresentaram diminuição de 2,2% do peso corporal, o que é considerado um estado de desidratação moderada. A ingestão de água atenuou o aumento da temperatura interna induzido pelo jogo simulado. Além disso, atenuou o estresse cardiovascular, o aumento da concentração de lactato e a percepção do esforço. Não foram observadas alterações no desempenho em *sprints* e em habilidades específicas do futebol em ambas as situações experimentais.

Sabe-se que a reposição de líquidos é limitada no futebol uma vez que os jogadores não dispõem de pausas regulares durante os jogos para consumir líquidos. Mediante esta situação, devem ser disponibilizadas garrafas individuais deixadas próximas ao campo para que o jogador beba nas paradas informais (MONTEIRO *et al.*, 2003). É preciso também levar em consideração a capacidade termorregulatória de cada atleta para suprir as demandas conforme a necessidade individual, uma vez que a composição do suor varia entre os indivíduos.

Os fabricantes de bebidas esportivas não consideram as diferenças individuais da capacidade termorregulatória, quando apresentam fórmulas padronizadas de composição. Essas bebidas são formuladas com o pressuposto de repor os líquidos e sais minerais perdidos no suor durante a atividade física. Além disso, propõem reidratar o organismo e fornecer energia para os músculos antes, durante e depois do jogo. Porém, sabe-se que a perda de eletrólitos varia individualmente, uma vez que, a composição do suor é diferente conforme a região do corpo e as taxas de sudorese também variam entre as pessoas (SMITH e HAVENITH, 2011).

Alguns fabricantes, além de não considerarem a reposição hidroeletrólítica conforme a necessidade individual, também não apresentam a composição de alguns produtos descritos na embalagem; alguns fabricantes ainda incluem substâncias proibidas que podem causar efeitos adversos e até mesmo diminuir o desempenho (BONCI, 2002).

Sabe-se que o uso de bebidas para repor eletrólitos só é justificável quando o exercício tem duração superior a 4 horas. Isso porque, quando o exercício é prolongado perde-se quantidade significativa de íons no suor. A perda excessiva de íons de sódio no suor pode induzir hiponatremia, quando a concentração de sódio alcança valores inferiores a 135 mEq/L. Essa condição ocorre apenas em esportes com duração muito elevada (acima de seis horas) ou em ambientes extremos com temperatura e umidade relativa do ar muito elevadas. Entretanto, quando a perda de eletrólitos é muito elevada ocorrem sinais e sintomas de confusão, desorientação, alterações no estado de consciência, cefaleia, náuseas, vômitos, afasia, incoordenação, fraqueza muscular. A maior incidência de hiponatremia ocorre em atletas de corridas de longa distância (maior ou igual a 42km) e triatlos com duração de 9-12h. No caso de uma partida de futebol, que apresenta duração de 90 minutos a reposição apenas com água já atende as necessidades do jogador, pois a diminuição de íons no suor, principalmente de sódio, não é elevada a ponto de levar a hiponatremia. (MONTAIN; SAWKA; WENGER, 2001).

Muitos fabricantes de bebidas afirmam em suas propagandas que estas são primordiais para o desempenho físico. Alegam que o talento em si não é suficiente, mostram números padronizados de perda hidroeletrólítica e horas de treinamento que um atleta necessita para atingir o pico do desempenho. Entretanto, como descrito acima, a utilização de bebidas que contem eletrólitos só é necessária em atividades com duração superior a 6 horas; o que não ocorre no futebol. E a quantidade a ser repostada, tanto de água como de íons, não é a mesma para todos os indivíduos, devido às diferenças entre a composição do suor de diferentes regiões corporais e também diferenças na sudorese total.

O *American College of Sports Medicine (ACSM)* tem proposto estratégias, com o intuito de minimizar os efeitos negativos provocados pelas perdas hídricas sobre as respostas fisiológicas ao exercício.

Para a reposição hídrica é necessário levar em consideração as características individuais (massa corporal, predisposição genética, estado de aclimatação, eficiência metabólica), as quais influenciam as taxas de sudorese. As estações do ano e o tipo de exercício também devem ser consideradas. Por isso, torna-se difícil fazer uma recomendação única.

Antes de uma partida é necessário levar em consideração as características individuais dos atletas, reconhecendo aqueles que apresentam maior massa corporal, maiores taxas de sudorese e que certamente vão precisar de uma reposição maior de líquido para atingir o estado normal de hidratação. Segundo o ACSM essa ingestão de líquidos deverá ser lenta, 4 horas antes da partida, de 5 a 7ml/Kg de peso corporal. Não é necessária a ingestão de bebidas contendo sódio ou alimentos que contenham sal no caso do futebol, pois o tempo de jogo não é suficientemente longo a ponto de causar um déficit de íons que seja prejudicial à saúde. Após essas medidas o atleta iniciará a partida com uma temperatura interna e frequência cardíaca em valores basais, de forma a otimizar seu desempenho.

Durante o jogo é preciso verificar as condições ambientais. As perdas hídricas durante jogos realizados em ambientes temperados serão menores quando comparadas às perdas em ambientes quentes. No caso da intensidade do jogo, sabe-se que a demanda energética varia de acordo com a posição tática do jogador e que a taxa de sudorese é, em parte, determinada pela capacidade aeróbia. Portanto, tais fatores devem ser considerados no cálculo dos fluidos a serem ingeridos. Por isso, não se pode afirmar que devido a maior intensidade de jogo os laterais necessitarão de maior quantidade de líquidos do que os meio campistas, atacantes e zagueiros. A predisposição genética do indivíduo, seu estado de aclimatação, taxa de sudorese e dieta também estabelecem relação direta com a necessidade de reposição hídrica.

Como as partidas de futebol não dispõem de pausas regulares para que seja feita essa reposição, devem ser disponibilizadas garrafas de água ao redor do gramado e o jogador poderá tomá-la sempre que sentir sede, coincidindo com os momentos das pausas informais no jogo. Não é indicado beber água além da sede, pois aumenta o risco de hiponatremia dilucional, além de gerar um aumento intenso do fluxo urinário acima dos valores normais.

Após o jogo, é necessário repor o déficit de líquidos. Essa reposição deverá ser feita mais rapidamente caso a próxima partida seja feita num momento precoce em relação ao jogo anterior. Aferir a massa corporal inicial do jogador antes do jogo, e a massa corporal final após a partida, seria um método prático para calcular a quantidade de fluidos a serem ingeridos após a partida. Através desses valores pode ser feita uma intervenção individual de acordo com a necessidade, havendo o controle do estado de hidratação do atleta. Além disso, pode ser feita a análise da coloração da urina para saber se o atleta encontra-se no estado euidratado ou desidratado. Para ter a certeza de que o jogador está realmente hidratado pode ser feita análise da coloração da urina na manhã após um jogo.

3.3 Diferença entre os sexos em relação à termorregulação no futebol

As diferenças fisiológicas entre homens e mulheres influenciam as respostas induzidas pelo exercício físico. Em relação às características antropométricas, mulheres apresentam menor massa corporal e menor estatura quando comparadas aos homens. As concentrações dos hormônios anabólicos também são menores, como é o caso da testosterona; já o estrogênio (hormônio que proporciona aumento das reservas de gordura corporal) está presente em maiores concentrações nas mulheres (CORDEIRO, 2014).

Segundo Shephard (2000) as mulheres apresentam menor capacidade de transporte de O₂, menor potência aeróbica média e menor força muscular em comparação aos homens. Além disso, são mais vulneráveis ao *overtraining* induzido pelo exercício.

O ciclo menstrual também contribui para as diferentes respostas ao exercício. A concentração de progesterona (hormônio que prepara o endométrio para que a mulher receba o óvulo fertilizado) pode variar 0,7mmol/L durante e após a menstruação, porém, na fase pré-menstrual a concentração de progesterona aumenta significativamente para 44mmol/L. Nesta fase também ocorre aumento da concentração de estrogênio. Essas respostas contribuem para o aumento da temperatura interna, retenção de líquidos e agressividade em mulheres (BELTRAMI, 2012).

A secreção de progesterona durante a metade final do ciclo sexual (fase lútea) aumenta a temperatura interna em aproximadamente 0,5°C. O aumento da temperatura ocorre a partir da ovulação.

Evidências experimentais sugerem que esse aumento de temperatura interna é resultado de uma alteração neuroendócrina durante a fase lútea, resultando em diminuição do volume plasmático e aumento da frequência cardíaca; o que provavelmente causa uma queda no desempenho físico, principalmente em ambiente quente.

Charkoudian (2001) mostrou que durante o exercício, as temperaturas internas limiares nas quais a sudorese e a vasodilatação cutânea são iniciadas estão elevadas em aproximadamente 0,3 e 0,5°C na metade da fase lútea em comparação com o início da fase folicular.

Fukuoka *et al.* (2002) mediram a temperatura interna durante o exercício físico e compararam as fases do ciclo menstrual. Mulheres pedalavam por 30 minutos a 60 rpm em temperatura ambiente de $25,0 \pm 0,5$ °C e URA = $55 \pm 3\%$. Os resultados mostraram maior temperatura interna na fase lútea, tanto no repouso quanto durante o exercício, comparado com a fase folicular. Além disso, o limiar mais alto (0,3 °C a mais) para vasodilatação e sudorese, encontrado durante a fase lútea não sofreu influência da intensidade do exercício.

Kuwahara *et al.* (2010) examinaram os efeitos do treinamento aeróbio sobre as respostas da glândula sudorípara, durante um esforço progressivo. Participaram do estudo 37 indivíduos, sendo 10 mulheres treinadas, 10 não

treinadas, 8 homens treinados e 9 não treinados. Os indivíduos deveriam pedalar a 35, 50 e 60% do VO_{2max} , durante 20 minutos em cada intensidade com cadência fixada em 50 rpm. Temperatura ambiente mantida em 30 °C e umidade relativa do ar mantida em 45%.

Os resultados mostraram que o treinamento físico gerou maior aumento na taxa de sudorese nas intensidades mais altas (50 e 60% do VO_{2max}). Os indivíduos treinados dos dois sexos apresentaram sudorese mais elevada do que os não treinados. Porém, a taxa de sudorese foi maior em homens treinados do que em mulheres treinadas, indicando que as adaptações induzidas pelo treinamento aeróbio sobre produção de suor por glândula e a ativação dessas glândulas é maior em homens em comparação às mulheres. Um dos fatores que contribui para essa resposta no sexo masculino é a presença de maiores concentrações de testosterona (hormônio responsável pela produção de suor por glândula) em comparação ao sexo feminino.

Krustrup *et al.* (2004) estudaram as exigências físicas durante um jogo de futebol feminino profissional. Foram feitos teste de capacidade aeróbica (*Yo-Yo test*) e de esteira, gravações e análises de movimentos das jogadoras.

A distância total percorrida durante o jogo foi de 10 km, sendo 9 km de corrida em baixa intensidade e 1 km em alta intensidade. A cada 4 segundos houve mudança de atividade, ocorrendo um total de 1400 mudanças em média. Ocorreram 26 tiros e 125 corridas de alta intensidade com duração de 2,3 segundos. As frequências cardíacas média e máxima ($FC_{máx}$) atingidas durante a partida foram de 167 bpm (87% $FC_{máx}$) e 186 bpm (97% $FC_{máx}$), respectivamente; O pico de lactato encontrado foi de 8mM.

Os resultados mostraram que há uma correlação acentuada no desempenho do teste de capacidade aeróbica (*Yo-Yo test*) com: a corrida de alta intensidade no jogo, distância total percorrida e consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) das jogadoras. Tais correlações diferem do sexo masculino, no qual o desempenho no teste correlaciona-se apenas com a distância total na partida. Portanto, o *Yo-Yo test* é um bom preditor do desempenho físico no futebol feminino.

Em comparação com o futebol masculino, as mulheres também apresentaram menor valor de mudanças de atividade durante o jogo, menor distância percorrida em corridas de alta intensidade e menor capacidade anaeróbica (pico de lactato: mulheres 8mM vs. homens 10 mM).

Para esses autores há também uma diferença na demanda fisiológica e nas respostas da termorregulação para o futebol feminino. O ritmo de jogo da partida para as atletas de alto nível é menor do que o ritmo de jogo dos homens. As mulheres percorrem uma distância de 10-11km, enquanto os homens de 10-14km. Elas também começam a suar com uma temperatura interna mais elevada, ou seja, apresentam maior limiar para a sudorese. Além disso, suam menos e conseqüentemente apresentam menor perda de eletrólitos. Essas diferentes demandas do futebol feminino restringem a aplicabilidade das conclusões e indicações previstas para o sexo masculino.

Maughan e Shirreffs (2007) estudaram a hidratação no futebol feminino. Estes constataram que as jogadoras habitualmente estão mais engajadas em dietas com restrição energética prolongada, comportamento menos comum entre os homens. O jejum prolongado mantém o organismo em condição catabólica e isso pode contribuir para a perda mais acentuada de massa corporal nas mulheres em resposta ao jogo de futebol. Conseqüentemente, o impacto da desidratação nas respostas termorregulatórias (menores taxas de sudorese, perdas de eletrólitos e taxas de produção de calor) será maior nas mulheres quando comparadas com os homens.

Ali *et al.* (2011) estudaram a influência da ingestão e não ingestão de líquidos na termorregulação, no desempenho de *sprint* e nas habilidades específicas do futebol durante uma simulação de jogo feminino com duração de 90 minutos.

Dez jogadoras saudáveis participaram do estudo. Elas deveriam percorrer 1200 metros de corrida por seis vezes, com intervalos entre cada repetição. Nesses intervalos as jogadoras realizavam testes de passes, percorrendo uma distância pré-determinada entre cones o mais rápido possível e realizando passes durante o percurso.

O jogo simulado induziu redução da massa corporal de 2,2% quando as jogadoras não beberam água, o que foi considerado pelos autores como desidratação moderada. Além disso, houve aumento da osmolaridade urinária, do estresse cardiovascular, da concentração de lactato sanguíneo e da percepção subjetiva do esforço nessa condição. Por outro lado, quando as jogadoras beberam água antes de realizar cada bloco experimental, a redução da massa corporal foi de apenas 1% e o aumento da temperatura interna foi atenuado. Conseqüentemente as respostas cardiovasculares e metabólicas também foram atenuadas em virtude da ingestão de água.

No entanto, não houve diferenças no desempenho de *sprint* e nas habilidades específicas do futebol quando as jogadoras ingeriram água e quando não ingeriram. Este resultado pode estar relacionado com a alta intensidade e curta duração do teste.

3.4 Os efeitos da aclimação ao calor sobre as respostas termorregulatórias durante a partida de futebol

A aclimação ao calor refere-se às adaptações autonômicas ou comportamentais que ocorrem nos indivíduos, fazendo-os suportarem mais ou reduzirem o estresse causado por condições climáticas estressantes.

As adaptações decorrentes da exposição ao ambiente quente são: maior conforto térmico; aumento do desempenho submáximo; redução da temperatura interna de repouso; início antecipado para a sudorese (menor limiar de sudorese) e aumento da taxa de sudorese; início antecipado do fluxo sanguíneo (menor limiar) e aumento desse fluxo; diminuição da taxa metabólica durante os meses mais quentes (menor gasto energético); alterações no sistema cardiovascular: menor frequência cardíaca, maior volume de ejeção, maior débito cardíaco (controle mais preciso da pressão arterial); aumento da quantidade de água corporal total; redução da perda de eletrólitos no suor, redução do hematócrito e aumento do volume plasmático.

Nielsen *et al.* (2003) mostraram que a aclimação ao ambiente quente aumentou o tempo de exercício em cicloergômetro dos indivíduos; temperatura seca de 41 °C e URA de 12%. Magalhães *et al.* (2010) mostraram diminuição da frequência cardíaca, diminuição da temperatura retal e temperatura média da pele, após aclimação em ambiente quente quando os indivíduos realizaram exercício em esteira rolante a 50% do VO_{2max} , com temperatura seca mantida em 40 °C e URA = 45%.

Machado-Moreira *et al.* (2005) avaliaram a termorregulação durante o exercício progressivo, antes e depois da aclimação e encontraram aumento de 23% na taxa de sudorese para os indivíduos aclimatados.

Segundo Sawka e Coyle (1999), indivíduos aclimatados suam mais do que os não aclimatados e, por isso, apresentam maior perda de sódio no suor. Magalhães *et al.* (2010), verificaram que indivíduos aclimatados também apresentam maior concentração de Heat Shock Proteins (HSP). Rylander *et al.* (2005) viram os efeitos protetores induzidos pela HSP. Elas estão sempre juntas com outra proteína, evitam sua desnaturação, degradam proteínas anormais, protegem o citoesqueleto e aumentam a síntese de óxido nítrico.

Brutsaert *et al.* (2000) estudaram o desempenho físico de indivíduos aclimatados e não aclimatados em diferentes altitudes. Participaram deste estudo 20 jogadores de futebol profissional que moravam na Bolívia. Eles foram divididos em dois grupos; o primeiro formado por 11 atletas aclimatados que residiam em La Paz (3600 metros de alta altitude) e o segundo por 9 atletas não aclimatados que moravam em Santa Cruz (420 metros do nível do mar).

Todos eles realizaram um jogo em cada uma das cidades, nas seguintes condições ambientais: La Paz = 19 °C e URA de 35%; Santa Cruz = 28 °C e URA 80%. O primeiro jogo foi realizado na cidade que eles residiam e após um mês o segundo jogo era realizado. É importante ressaltar que os indivíduos estavam treinamento ativamente, pois o estudo foi realizado no decorrer da liga de futebol da Bolívia. Inicialmente, foram realizadas avaliações antropométricas e de capacidade aeróbia. O desempenho foi comparado por meio de um teste

progressivo até a fadiga. Os resultados mostraram que o jogo em alta altitude (La Paz) resultou em exacerbação das respostas metabólicas e da frequência cardíaca tanto no grupo não-aclimatado quanto no grupo aclimatado. Porém, estes efeitos foram mais pronunciados nos indivíduos não-aclimatados (redução de 20% no $VO_{2\text{pico}}$) quando comparados aos aclimatados. Ao jogarem em altas altitudes, os jogadores não aclimatados também apresentaram valores inferiores de saturação de oxigênio, maior ventilação e maior concentração de lactato em intensidades submáximas de exercício, quando comparados com o grupo aclimatado. Conclui-se, portanto, que jogar futebol em altas altitudes afeta o desempenho, tanto em indivíduos aclimatados quanto em indivíduos não aclimatados, porém as desvantagens fisiológicas são mais acentuadas para os jogadores não aclimatados, indicando que em jogos disputados em moderada a alta altitude, aqueles que estão mais adaptados terão desempenho maior.

Equipes brasileiras de futebol participantes da Taça Libertadores da América apresentam dificuldade em competir em altitude elevada, devido a menor concentração de O_2 no ar inspirado. Sabe-se que este fato contribui para a redução do desempenho físico, principalmente em esportes de longa duração como o futebol. Estudos mostram redução do $VO_{2\text{max}}$ de 3 a 3,5% para cada 300 metros de ascensão acima de 1524 metros do nível do mar; outros trabalhos observaram redução de 6,3% a cada 1000 metros de ascensão.

A exposição aguda a altitude elevada, sem aclimatação prévia, diminui a saturação de oxigênio na hemoglobina (SpO_2) e conseqüentemente observamos redução do $VO_{2\text{max}}$. Ocorre também aumento da incidência de dores de cabeça, náuseas, perda de apetite e sonolência, além de causar aumento da frequência cardíaca submáxima e de repouso.

Muitos estudos mostram melhora do desempenho físico após aclimatação. O tempo de exposição à altitude geralmente é superior a 30 horas podendo atingir até alguns meses. Porém, para atletas que participam de diferentes competições, torna-se difícil para o departamento técnico destinar muito tempo para a aclimatação, sendo necessárias novas alternativas (GHELLER *et al.*, 2012). Diante deste contexto, Gheller *et al.* (2012) estudaram 13 jogadores

profissionais de futebol, os quais preparavam-se para disputar um jogo pela Taça Libertadores em uma altitude de 3600 metros. Estes atletas foram submetidos a 15 sessões de hipoxia (60 minutos cada sessão), 5 a 6 vezes por semana. As frações inspiradas de O₂ (através de um sistema fechado com o uso de máscaras) foram entre 14-12%; correspondentes a altitudes de 3200 metros a 4500 metros, respectivamente. Os resultados mostraram que na primeira sessão de hipoxia (13% de O₂) houve diminuição da SpO₂ e aumento significativo da frequência cardíaca, quando comparado a situação de normoxia (20,93 % de O₂). Porém, na última sessão foi observado um aumento da SpO₂ e diminuição da frequência cardíaca a valores próximos da normoxia. Além disso, foi observado a perda de oscilações dos valores médios de SpO₂ e frequência cardíaca da primeira para a última sessão de hipoxia, característica importante para respostas de adaptações aguda e crônica, após aclimatação. Na hipoxia normobárica (utilizada no estudo) ocorre a diminuição da pressão atmosférica devido a menor concentração de O₂ do ar inspirado, isto gera uma redução na pressão parcial de O₂ e conseqüente redução da SpO₂, logo na primeira sessão. Além disso, ocorre nesta sessão o aumento da frequência cardíaca, como uma estratégia compensatória para a falta de O₂. Essa resposta é a principal adaptação responsável pelo aumento do desempenho em determinado nível de esforço físico em elevadas altitudes. Assim como esperado, na última sessão observou-se o aumento da SpO₂ e diminuição da frequência cardíaca de repouso próximo a valores de normoxia. Além disso, tanto a SpO₂ quanto a frequência cardíaca apresentaram maior estabilidade na última sessão. Tais adaptações a altitude elevada são consideradas pré-requisitos para o aumento do VO_{2max} e potencialização do desempenho, pois estas influenciarão as variáveis cardiorrespiratórias em repouso e durante o exercício.

Conclui-se que sessões de hipoxia normobárica, são suficientes para aumentar a SpO₂ e diminuir a frequência cardíaca de repouso após um período de aclimatação.

Considerando que o jogador de futebol na maioria das vezes não dispõe de tempo suficiente para aclimatar-se, em virtude da grande quantidade de jogos subsequentes, segue abaixo algumas alternativas para essa situação:

1) Criar condições de hipóxia normobárica em laboratório (PO_2 normal e diminuição de O_2) gerando altitude artificial. Isso porque, geralmente pode-se dividir esse procedimento em sessões de duração curta, que não prejudicam o treinamento e competições dos atletas; além disso, os resultados são satisfatórios como visto no estudo de Gheller *et al.* (2012), no qual se verificou aumento do VO_{2max} e aumento da SpO_2 após indução desse tipo de hipóxia;

2) Para Pavanelli (2012) a nutrição também é importante, uma vez que, ao jogar em altas altitudes, o jogador terá aumento da taxa metabólica basal e diminuição do apetite. Para evitar tais efeitos adversos o atleta poderá então:

- Aumentar o consumo de carboidratos na alimentação objetivando evitar a degradação de glicogênio muscular e o aumento da concentração de lactato.
- Adotar uma suplementação a base de enzimas que auxiliam na digestão dos macro e micronutrientes, contribuindo para a metabolização do carboidrato.

Conclui-se que quando não se dispõe do tempo adequado para aclimatação do jogador, podem ser adotadas medidas laboratoriais (indução de hipóxia normobárica); além de medidas nutricionais.

Em jogadores que saem do nível do mar e vão para altas altitudes é importante ressaltar que, segundo Pavanelli (2012) uma exposição aguda a altitude (em repouso e em exercício submáximo) gera uma hiperventilação e aumento do débito cardíaco. Já uma exposição prolongada causa um aumento da concentração de hemoglobinas, aumento de hemácias, tolerância a hipóxia e aumento da capacidade de tamponamento dos líquidos corporais.

Para Magalhães *et al.* (2002) as desvantagens decorrentes da exposição aguda a altitude são grandes: destreino associado à necessidade de reduzir a intensidade e o volume de treino, desidratação, náuseas, vômitos, cefaleias, anorexia. Além disso, de acordo com Junior (2012) os benefícios das adaptações a exposição prolongada a altitude são questionáveis na literatura. Isso porque no período de 2 a 4 semanas, quando o atleta retorna para o nível do mar, essas adaptações são perdidas.

Para jogadores que vão para alta altitude em um período que antecede o jogo, ainda que não haja adaptações definitivas, algumas recomendações podem ser feitas visando otimizar o desempenho no jogo:

- 1) Compreender a individualidade biológica: fator determinante que pode influenciar o tempo de aclimatação de cada atleta;
- 2) A carga de treinamento deverá ser elevada gradativamente. No início da aclimatação o volume, intensidade e frequência das sessões deverão ser baixas e progredir para treinamentos com maiores exigências;
- 3) Considerando que a alta altitude gera um decréscimo na massa muscular devido a cargas baixas de treinamento no início da aclimatação, pode-se, conforme a progressão, adotar um treinamento de força muscular;
- 4) Como há uma mudança no consumo de oxigênio e posterior desidratação, o jogador poderia se submeter a treinamento cardiorrespiratório (intervalado ou contínuo).
- 5) Testes físicos, antropométricos, avaliação da técnica e tática também podem ser feitos para controle da carga de treinamento e progressão adequada.
- 6) Acompanhamento nutricional;

Outro viés da aclimatação ocorre quando o jogador inicia em altitude intermediária até se adaptar ao meio hipóxico e depois vai para uma altitude maior, permanecendo ali até que ocorram os ajustes fisiológicos; Para esse procedimento conhecido por aclimatação em etapas é necessário:

- Atenção com o fuso horário da altitude intermediária. Caso haja uma diferença entre os fusos horários das altitudes intermediária e alta o desempenho não será potencializado.

Com o pressuposto de aumentar o número de hemácias, em alguns casos ocorre a ida para altitudes acima do local do jogo. Essa medida é questionada na literatura devido à perda dessa adaptação em pouco tempo (2 a 4 semanas).

Por fim, o processo de aclimatação é fundamental e podem ser adotadas algumas medidas para que o desempenho do atleta não seja prejudicado. É importante que jogadores não corram o risco de ir para altitudes mais altas sem a devida aclimatação.

3.5 Relações entre as respostas termorregulatórias e as variáveis de desempenho durante a partida de futebol

A temperatura corporal interna é a resultante de um balanço entre a produção e a dissipação de calor. Seres humanos são capazes de mantê-la numa faixa estreita de variação, independente das amplas oscilações na temperatura ambiente. Porém, quando os indivíduos realizam exercício prolongado no calor, ocorre um desequilíbrio térmico resultando em aumento da temperatura interna e conseqüentemente queda do desempenho físico.

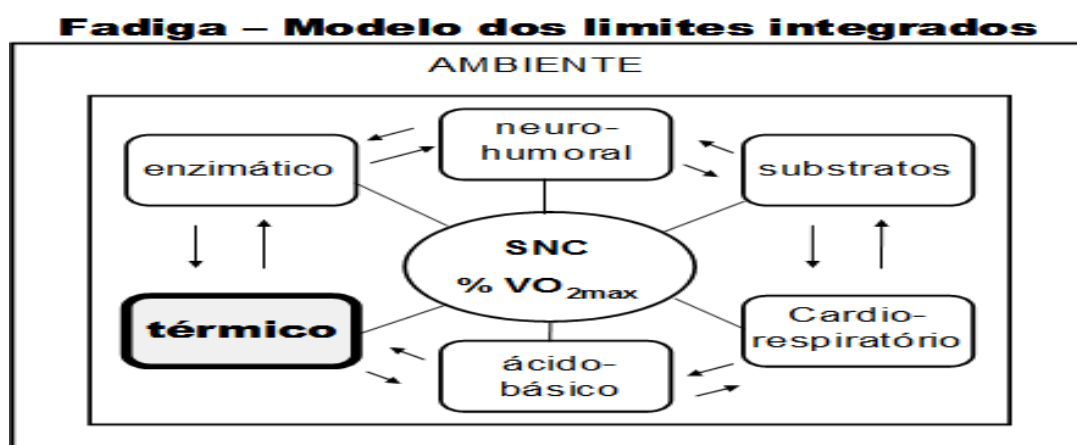
O aumento da taxa de acúmulo de calor corporal durante exercícios realizados em ambientes quentes e ou úmidos, reduz a motivação para a atividade e conseqüentemente pode antecipar a fadiga. Mecanismos causais desta fadiga baseiam-se num modelo complexo e integrado, envolvendo fatores periféricos, cerebrais e modulação de neurotransmissores no sistema nervoso central.

A realização de exercício associado ao estresse térmico ambiental induz aumento do acúmulo de calor corporal e conseqüentemente maior aumento da temperatura cerebral. Como respostas protetoras, ocorre aumento da percepção subjetiva do esforço e redução da motivação para o exercício, culminando em diminuição do recrutamento muscular. A fadiga aguda, nesse contexto, seria um mecanismo de proteção na qual o indivíduo decide reduzir a intensidade de exercício ou interrompe-lo antes que os sistemas fisiológicos envolvidos alcancem seus limites.

Dependendo da intensidade do exercício e do ambiente no qual é realizado, vários fatores como a temperatura corporal, fluxo sanguíneo, equilíbrio ácido-

básico, disponibilidade de oxigênio, ventilação pulmonar e atividade neural, são integrados no sistema nervoso central evitando risco para a homeostase. Esses sistemas podem ser solicitados de maneira diferente de acordo com estresse ambiental, intensidade e duração do exercício, o que indica que as causas da fadiga podem variar de acordo com as características do exercício.

Figura 3. Diagrama mostrando os principais sistemas fisiológicos envolvidos no modelo integrado e multifatorial de fadiga. As setas indicam as interferências recíprocas entre os sistemas e o sistema nervoso central (SNC).

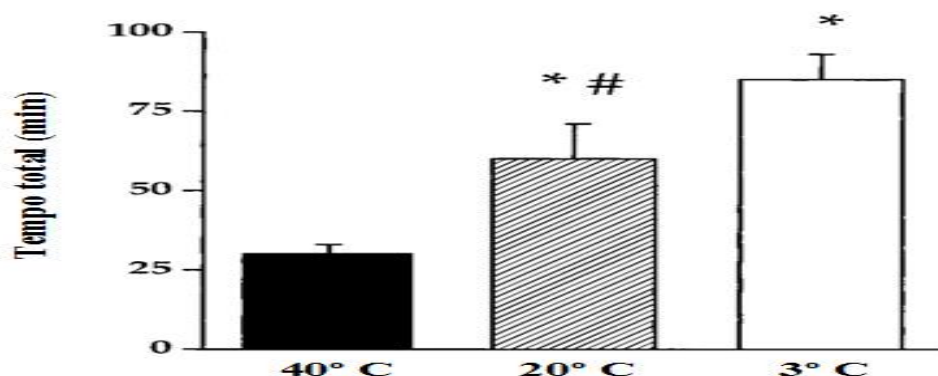


Adaptado Rodrigues e Silami-Garcia.

Tem sido mostrado na literatura que independente do protocolo experimental adotado, o desempenho físico é menor quando o exercício prolongado é realizado no calor em comparação ao ambiente termoneutro.

Parkin *et al.* (1999) mostraram que durante o exercício a uma intensidade pré-estabelecida de 70% do VO_{2pico} realizado em diferentes temperaturas ambientais de 3° C, 20° C e 40° C, com umidade relativa do ar (URA) mantida abaixo de 50%, houve maior redução do tempo total de exercício até a fadiga na temperatura ambiental de 40° C, conforme demonstra o gráfico abaixo.

Figura 4. Tempo de exercício até a fadiga (min) em três temperaturas: Quente - Q (40° C), Controle - C (20° C) e Frio - F (3° C).

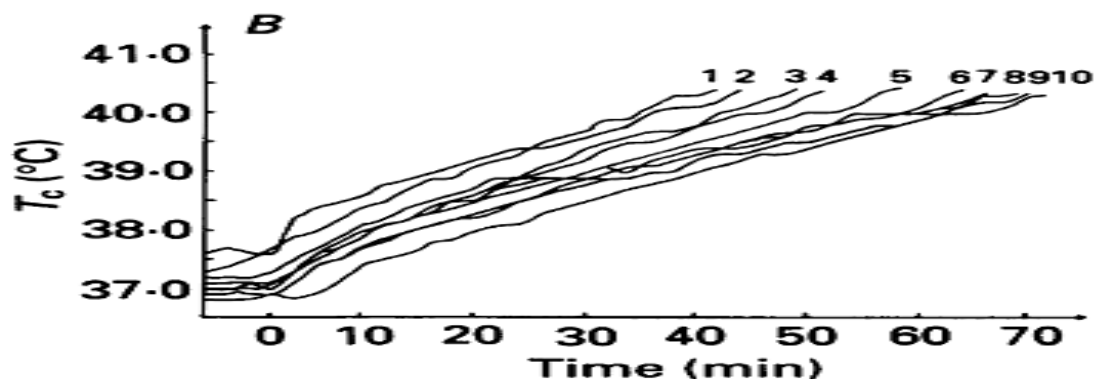


Adaptado Parkin *et al.* (1999).

Além de reduções no tempo de exercício durante testes prolongados, estudos mostraram também maior redução na potência durante *sprints* realizados no calor.

Há muitas evidências de que o aumento da temperatura interna está relacionado com a queda do desempenho. Alguns estudos mostram que os indivíduos interrompem o exercício com valores de temperatura interna próximos a 40° C; entretanto essa ideia não é um consenso na literatura. Nielsen (1993) mostrou maiores reduções na temperatura interna inicial quando atletas eram expostos a períodos mais prolongados de aclimação. Entretanto, quando estes atletas foram submetidos ao exercício até a fadiga, os mesmos sempre o interrompiam quando a temperatura interna alcançava 39,5°C.

Figura 5. Temperatura esofagiana de um indivíduo durante 10 dias consecutivos de aclimação de exercício a 40° C.



Adaptado Nielsen *et al.* (1993).

Embora a hipótese da existência de uma temperatura interna crítica que limite o desempenho seja coerente com os resultados de alguns estudos, existem outras pesquisas mostrando que indivíduos não treinados interrompem o exercício prolongado de intensidade moderada com temperaturas internas abaixo de 39° C. Além disso, em ambientes termoneutros a fadiga não é determinada pelo alcance de valores elevados de temperatura interna.

Estudos têm mostrado que quanto maior a taxa de acúmulo de calor, menor é o tempo total de exercício. Essa queda de desempenho foi confirmada em vários estudos subsequentes, mesmo quando o ambiente era termoneutro. Portanto, embora o alcance de altas temperaturas seja um fator de influência na indução da fadiga em ambiente quente, os mecanismos não são totalmente conhecidos.

Durante o exercício prolongado em ambiente quente, o aumento da taxa de acúmulo de calor e na temperatura interna é preponderante na determinação da fadiga, pois altas temperaturas internas representam risco para integridade dos tecidos e a permanência da temperatura em valores muito elevados pode induzir o choque hipertérmico, um quadro de endotoxemia.

Alguns ajustes metabólicos e circulatórios induzidos pelo exercício são modulados em função da intensidade, duração do esforço e do estresse térmico ambiental.

Durante atividade de longa duração em ambiente quente ocorre um aumento da taxa de depleção de glicogênio muscular e aumento da concentração plasmática de glicose. Comparando-se exercícios realizados em ambientes temperado e quente, estudos indicam que ocorre uma diminuição mais acentuada do glicogênio e maior concentração de lactato em exercícios realizados em ambiente quente. Essas diferenças em relação aos ajustes metabólicos no calor envolvem alterações na distribuição do fluxo sanguíneo entre leitos vasculares e alterações na percepção subjetiva do esforço. Ainda que o estresse térmico acentue as respostas metabólicas ao exercício, esses fatores isolados também não são suficientes para explicar a antecipação da fadiga em ambiente quente.

Para diminuir essa depleção de glicogênio muscular e aumentar o desempenho, alguns estudos têm sido realizados para analisar os efeitos da suplementação com carboidratos. Os resultados são conflitantes. Alguns mostram que a suplementação aumenta o desempenho no calor; outros não encontraram alterações e ainda tem-se sugerido um possível efeito placebo.

Tem-se sugerido que quando um exercício intenso é realizado no calor ocorre uma competição entre o fluxo sanguíneo muscular e cutâneo. Logo, para manter a perfusão muscular e aumentar a dissipação de calor na pele ocorre aumento do débito cardíaco. É possível que em situações extremas, em virtude da competição entre fluxo muscular e cutâneo a fadiga seja antecipada. No entanto, isso parece ocorrer apenas quando os indivíduos são privados de repor as perdas hídricas durante o exercício, mas não no estado euhidratado. Assim como as repostas metabólicas, as alterações cardiovasculares podem interferir na fadiga durante o exercício no calor.

Embora ocorram alterações metabólicas e cardiovasculares durante o exercício no calor, estas não alcançam valores críticos. Portanto, a fadiga induzida pela hipertermia está associada em maior magnitude a mecanismos dentro do cérebro do que a mecanismos periféricos.

O exercício prolongado no calor aumenta a disponibilidade de triptofano (precursor da serotonina no Sistema Nervoso Central). É sugerido que ocorra

aumento da atividade serotoninérgica durante esse tipo de exercício, levando a fadiga em virtude da letargia e perda da motivação para a atividade. Soares *et al.* (2004) mostraram que após ter aumentado a disponibilidade de triptofano em ratos não treinados, durante exercício submáximo até a fadiga, houve diminuição do tempo total de exercício em 60%, aumento da taxa de acúmulo de calor e aumento da concentração de serotonina em comparação com a situação controle.

A acetilcolina é outro neurotransmissor envolvido nas vias que modulam os ajustes autonômicos. A estimulação dos neurônios colinérgicos centrais aumenta a dissipação de calor, principalmente por meio da regulação simpática do fluxo sanguíneo cutâneo. Embora essa estimulação resulte em diminuição da taxa de acúmulo de calor durante exercício, isto não está associado com melhora do desempenho. O bloqueio dos receptores colinérgicos através da utilização de um antagonista aumenta a hipertermia devido a um atraso na dissipação de calor, e conseqüentemente antecipa a fadiga. Entretanto, as respostas termorregulatórias e suas associações com mecanismos de fadiga parecem envolver uma interação entre vias excitatórias e inibitórias com a participação de outros neurotransmissores como a angiotensina II e óxido nítrico.

Conclui-se que o ambiente quente reduz o desempenho físico durante o exercício prolongado e isso está associado a um maior aumento da temperatura corporal interna. No entanto, mais estudos são necessários para compreender os mecanismos que fazem o indivíduo interromper o exercício ou diminuir sua intensidade através da antecipação da fadiga.

Segundo Ozgunen *et al.* (2010) em um jogo típico de futebol, os jogadores percorrem em média entre 9 a 12 km com intensidade de 75% do VO_{2max} e a 80-90% da FC_{max} . O desempenho em um jogo pode ser determinado pela capacidade do jogador em realizar ações repetidas em alta intensidade.

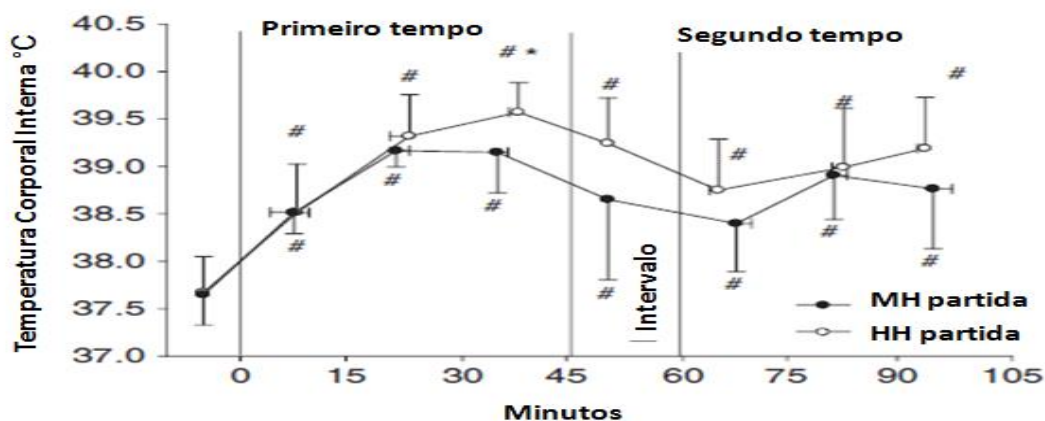
Algumas partidas são jogadas em temperaturas ambientes e umidade relativa do ar elevadas, ocasionando um decréscimo do desempenho esportivo. O estresse térmico que os jogadores enfrentam em um jogo tem sido simulado

em laboratório. No entanto as atividades desempenhadas no laboratório são diferentes das desempenhadas durante uma partida. Isso porque durante um jogo ocorrem variações frequentes de intensidade de exercício e do padrão de atividade. Uma análise em condições reais de jogo foi feita por Ozgunen *et al.* (2010), na qual houve avaliação do padrão de atividade física e respostas térmicas em jogadores durante duas partidas: temperatura ambiente moderada (MH) = 34°C, umidade relativa do ar = 38% e temperatura ambiente elevada (HH) = 36°C e umidade relativa do ar = 61%. A amostra do estudo foi composta por 11 jogadores profissionais não aclimatados ao calor que apresentavam um $VO_{2max} = 62,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

Foi observado que a temperatura interna inicial dos jogadores em ambos os ambientes foi semelhante. No decorrer das partidas houve um aumento dessa temperatura, sendo que os maiores valores foram alcançados durante o jogo realizado em temperatura ambiente elevada. A partir dos 35 minutos do primeiro tempo houve diferença significativa da temperatura interna entre as partidas, sendo que o pico máximo desta variável ocorreu nos últimos 10 minutos do primeiro tempo ($39,1 \pm 0,4 \text{ } ^\circ \text{C}$) para a partida em temperatura ambiente moderada e $39,6 \text{ } ^\circ \text{C} \pm 0,3 \text{ } ^\circ \text{C}$ para a temperatura ambiente elevada.

O gráfico abaixo mostra a temperatura corporal interna dos jogadores ao longo das partidas jogadas em temperatura ambiente moderada (MH) e temperatura ambiente elevada (HH).

Figura 6. Comportamento da temperatura corporal interna de jogadores profissionais de futebol ao longo de partidas realizadas em diferentes condições ambientais (MH: temperatura ambiente moderada- 34°C e 38% de umidade relativa do ar/ HH: temperatura ambiente elevada- 36°C e 61% de umidade relativa do ar).

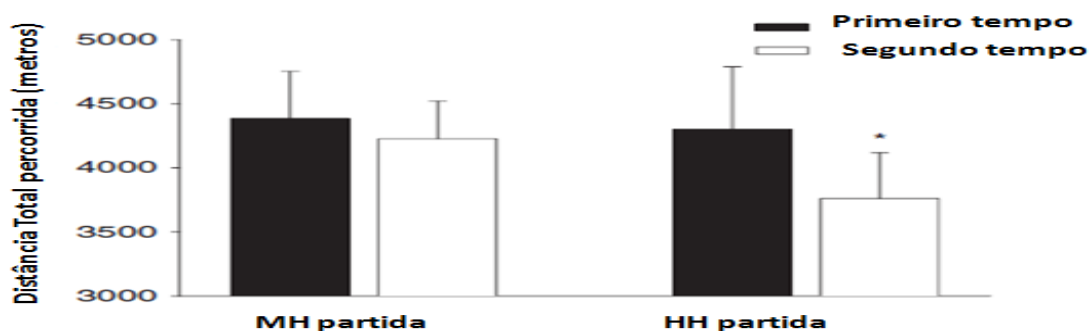


Adaptado de Ozgunen *et al.* (2010).

Em relação à distância total percorrida durante os jogos, esta foi maior quando o jogo foi realizado em temperatura ambiente moderada quando comparada ao jogo em temperatura elevada (8613 ± 584 m moderado vs. 8155 ± 731 m elevado). Não houve diferença significativa entre o primeiro e o segundo tempo do jogo na condição de temperatura moderada, sendo 4386 metros percorridos no primeiro tempo e 4227 metros no segundo tempo. Já no jogo em temperatura elevada, foi observada diferença significativa, sendo que no segundo tempo a distância percorrida foi menor quando comparada ao primeiro tempo (4301 m primeiro tempo vs. 3761 m segundo tempo).

O gráfico abaixo mostra a distância total percorrida no primeiro e no segundo tempo das partidas jogadas em temperatura ambiente moderada (MH) e elevada (HH).

Figura 7. Distância total percorrida (metros) no primeiro e no segundo tempo em partidas de futebol realizadas em temperatura ambiente moderada e elevada, MH e HH, respectivamente.



Adaptado de Ozgunen et al. (2010).

O tempo médio (minutos) de movimentação dos jogadores foi menor no jogo em temperatura elevada. Nessa temperatura os jogadores também apresentaram menor percentual de corridas em velocidade moderada e menor distância percorrida em alta velocidade. No entanto, a distância média de caminhada atingiu um percentual maior nessa condição. O desempenho foi menor no segundo tempo.

A diminuição de massa corporal foi similar comparando as duas partidas. Os jogadores apresentaram uma taxa de sudorese de 1,9 L/h e 2,0 L/h, em ambiente de temperatura moderada e elevada, respectivamente. Maiores valores de frequência cardíaca foram observados no primeiro tempo de ambas as partidas.

Os resultados deste estudo mostram valores elevados de temperatura interna, sendo que esses são semelhantes aos citados em jogos realizados em condições extremas. Embora índices elevados de temperatura ambiente e umidade relativa não determinem a temperatura interna máxima, quando esses são altos podem causar um aumento maior dessa temperatura quando comparado a condições ambientais de menor estresse térmico.

Essas diferenças no desempenho em ambas as partidas podem ser decorrentes das alterações que ocorrem nos padrões das atividades conforme

a condição ambiente. Pode ser que como mecanismos de proteção, os jogadores que jogam em ambientes de alto estresse térmico, reduzam voluntariamente ou intencionalmente a taxa de produção de calor metabólico através da diminuição da distância percorrida e redução do tempo gasto em atividades de alta intensidade, evitando novos aumentos de temperatura interna.

Acredita-se, segundo alguns estudos que a redução da temperatura interna seja uma resposta de proteção decorrente do aumento da temperatura cerebral. Isso porque este aumento causa uma redução do recrutamento muscular de modo a limitar novos aumentos de temperatura interna.

A distância percorrida foi 15-20% menor em ambas as partidas quando comparado a jogos de ligas superiores. Isso porque a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram maiores nos jogos do estudo e o nível dos atletas era inferior (apresentavam menor desempenho nas ações de alta intensidade).

4 CONCLUSÕES

1) A temperatura interna dos jogadores aumenta durante uma partida de futebol. No final do primeiro e do segundo tempo são registrados os maiores valores de temperatura interna. Atletas profissionais apresentam menor aumento de temperatura interna ao longo do jogo quando comparados com amadores.

2) Uma partida de futebol pode induzir desidratação e comprometer o desempenho dos jogadores caso a reposição de líquidos não seja feita de forma adequada.

3) No futebol, as respostas termorregulatórias são diferentes entre os sexos. Mulheres apresentam menores taxas de sudorese e maior limiar para sudorese, devido principalmente às oscilações das concentrações hormonais. Além disso, no jogo de futebol feminino o ritmo da partida, a distância percorrida e as mudanças de atividade durante o jogo são menores, o que também contribui para menores taxas de sudorese.

4) Jogar futebol em altas altitudes afeta o desempenho, tanto em indivíduos aclimatados quanto em indivíduos não aclimatados, porém as desvantagens fisiológicas são mais acentuadas para os jogadores não aclimatados, indicando que em jogos disputados em moderada a alta altitude, aqueles que estão mais adaptados terão desempenho maior.

5) O aumento da temperatura interna durante a partida pode reduzir o desempenho dos jogadores. Este aumento é maior em jogos realizados em condições de estresse térmico elevado. Em uma partida realizada em ambiente quente ocorre redução da distância total percorrida do primeiro para o segundo tempo. Essa redução é maior do que a que ocorre em um jogo realizado em ambiente temperado.

5 APLICABILIDADE DOS RESULTADOS ENCONTRADOS

Os picos de temperatura interna ocorrem no final do primeiro e segundo tempos, portanto, as estratégias de resfriamento corporal serão mais importantes nesses momentos. Em virtude da desidratação induzida pela partida de futebol, é recomendado que o jogador siga os protocolos de hidratação antes, durante e até mesmo após o jogo, para diminuir o tempo de recuperação daquela partida. Devido à ausência de pausas regulares durante os jogos, podem ser disponibilizadas garrafas de água deixadas próximas ao campo para que os jogadores bebam nas paradas informais. Em relação aos jogos em altitude elevada, nos casos em que os jogadores não dispõem de tempo suficiente para se aclimatarem, pode-se realizar em laboratório sessões de hipóxia normobárica, pois esta permite o aumento da SpO₂ e diminui a frequência cardíaca de repouso próximo a valores de normoxia, potencializando o desempenho. Por fim, como a elevação da temperatura interna durante o jogo pode afetar o desempenho, os jogadores podem adotar estratégias de resfriamento do corpo, hidratação e controlar seu ritmo de jogo durante as partidas para que este aumento seja atenuado, principalmente quando os jogos forem realizados em ambientes de temperatura elevada.

REFERÊNCIAS

- ALI, A. *et al.* Fluid balance, thermoregulation and sprint and passing skill performance in female soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.21, p. 437. 445, jun.2011.
- BELTRAMI, F. Ciclo Menstrual e Exercício. Edição 225. **Revista Contra-Relógio**, 2012. Disponível em: <<http://revistacontrarelogio.com.br/materia/ciclo-menstrual-e-exercicio/>>. Acesso em: 17 set. 2014.
- BONCI, L. **As bebidas energéticas: ajudam, prejudicam ou são apenas moda?** Gssi, 2002. Disponível em: <<http://www.gssi.com.br>>. Acesso em: 19 jun. 2014.
- BRUTSAERT, T.D. *et al.* Performance of Altitude Acclimatized And Non-Acclimatized Professional Football (Soccer) Players At 3,600 M. **Official Journal of The American Society of Exercise Physiologists**, v.3, n.2, p.28-27, abr.2000.
- CHARKOUDIAN, N. Influences of female reproductive hormones on sympathetic control of the circulation in humans. **Clinical Autonomic Research**, v.11, n.5, p.295-301, out.2001.
- CHEUNG, S.S.; SLEIVERT, GG. Multiple triggers for hyperthermic fatigue and exhaustion. **Exercise & Sports Sciences Reviews**, v.32, n.3, p.100-106, jul. 2004.
- COELHO, D. *et al.* Avaliação da demanda energética e frequência cardíaca em diferentes fases durante jogos ao longo de uma competição oficial de futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.14, n.4, p. 419-427, jan.2012.
- COELHO, D. *et al.* Intensity of real competitive soccer matches and differences among player positions. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.13, n.5, p. 341-347, 2011.
- COELHO, D. *et al.* Avaliação da demanda fisiológica aguda no futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.15, n.6, p. 667-676, abr.2013.
- CORDEIRO, K. **Diferenças entre Homens e Mulheres no Esporte**. Morumbi. Net, 2014. Disponível em: <<http://morumbi.net/bairro/blog/atividade-fisica/168>>. Acesso em: 17 set. 2014.
- EDWARDS, A.M. *et al.* Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. **British Journal of Sports Medicine**, v.41, p.385. 391, jan.2007.
- EDWARDS, A.M.; CLARK, N.A. Thermoregulatory observations in soccer match play: professional and recreational level applications using an intestinal pill

system to measure core temperature. **British Journal of Sports Medicine**, v.40, p.133. 138, 2006.

ESPN. **Veja, em detalhes, como será a parada técnica na Copa.** ESPN, 2014. Disponível em: <http://espn.uol.com.br/noticia/400944_veja-em-detalhes-como-sera-a-parada-tecnica-na-copa>. Acesso em: 3 abri.2014.

FONSECA, C.G.; WASHINGTON, P.; GARCIA, E.S. Efeitos do ambiente quente sobre o desempenho físico. Artigo de Revisão- Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FUKUOKA, Y.*et al.* The effects of exercise intensity on thermoregulatory responses to exercise in women. **Physiology and Behavior**, v.76, n.4, p.567-574, ago.2002.

GATORADE. Disponível em: < <http://www.gatorade.com.br>> Acesso em: 19 de jun. 2014.

GHELLER, R.G.*et al.* Acclimatization at simulated altitude: effects on the heart rate and hemoglobin oxygen saturation in soccer players. **Revista de Educação Física**, v.23, n.3, p.347-353, jul/set.2012.

HART, J.S. Climatic and temperature induced changes in the energetics of homeotherms. **Revue Canadienne de Biologie**, v.16, p.133-174, jun.1957.

JUNIOR, N.K. Alterações fisiológicas na altitude e a prescrição do treinamento. **Revista Digital**, Buenos Aires, v.17, n.168, mai.2012. Disponível em: <<http://efdeportes.com/>>. Acesso em: 12 out. 2014.

JUNIOR,G. **Resultados dos testes de calor são assustadores** diz fisiologista. O Estado de São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://esportes.estadao.com.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2014.

KRUSTRUP, P. *et al.* Physical Demands during an Elite Female Soccer Game: Importance of Training Status. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.37, p.1242-1248, 2005.

KUWAHARA, I. *et al.* Sex differences in the effects of physical training on sweat gland responses during a graded exercise. **Experimental Physiology**, v.95, n.10, p 1026. 1032, ago.2010.

LEONAN, E. **Os jogadores sofreram muito com a temperatura.** São Paulo Futebol Clube, 2014. Disponível em: <<http://www.saopaulofc.net>>. Acesso em: 19 fev. 2014.

LEWIS, D.A.; KAMON,E.; HODGSON,J.L. Physiological differences between genders. Implications for sports conditioning. **Sports Medicine**. v.3, n.5, p. 357-369, set/out.1986.

MACHADO, C. A. *et al.* Effects of heat acclimation on sweating during graded exercise until exhaustion. **Journal of Thermal Biology**, Londres, v. 30, n.6, p.437-442, 2005.

MAGALHÃES, F.C. *et al.* Heat and exercise acclimation increases intracellular levels of Hsp72 and inhibits exercise-induced increase in intracellular and plasma Hsp72 in humans. **Cell Stress and Chaperones**, v.15, n.6, p.855-895, nov. 2010.

MAGALHÃES, J. *et al.* O desafio da altitude. Uma perspectiva fisiológica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.2, n.4, p. 81. 91, 2002.

MAUGHAN, J.R.; SHIRREFFS, S.M. Nutrition and hydration concerns of the female football player. **British Journal of Sports Medicine**, v.41, p. i60. i63, 2007.

MOHR, M. *et al.* Muscle temperature and sprint performance during soccer matches . beneficial effects of re-warm up at half-time. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.14, n.3, p. 156. 162, jun.2004.

MOHR, M. *et al.* Physiological Responses and Physical Performance during Football in the Heat. **Plos One**, v.7, n.6, jun.2012.

MONTAIN, S. *et al.* Hyponatremia associated with exercise: risk factors and pathogenesis. **Exercise & Sports Sciences Reviews**, v.29, n.3, p.113. 117, jul.2001.

MONTEIRO, C.R.; GUERRA, I.; BARROS, T.L. Hidratação no futebol: uma revisão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.9, n.4, Jul/Ago. 2003.

NIELSEN, B.*et al.* Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. **Journal of Physiology**, v.460, p.467-485, 1993.

OZGUNEN, K.T. *et al.* Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.20, n.3, p.140. 147, abri.2010.

PACHECO, D.A. *et al.* Comparação entre a intensidade de esforço no futebol de campo e futsal em jogadores universitários. **Motricidade**, v.8, n. S2, p. 770-778, 2012.

PAVANELLI, C. **Os efeitos da exposição à altitude na performance humana e no desempenho físico.** Núcleo de Desenvolvimento da Performance Humana, 2012. Disponível em: <http://beone.esp.br/>. Acesso em: 22 out. 2014.

Protein Expression in Cells and Tissues. **Annals of the NY Academy of Sciences**, v.1066, p.222-242, 2005.

REIS, V.; AZEVEDO, C.; ROSSI, L. Perfil antropométrico e taxa de sudorese no futebol juvenil. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.11, n.2, p. 134-141, 2009.

RODRIGUES, L.O.C; SILAMI-GARCIA, E; SOARES,D. Novos conceitos em treinamento esportivo, capítulo Fisiologia da termorregulação: conceitos básicos. **Publicações INDESP**, p. 7-25, Belo Horizonte, 1999.

RYLANDER, M. *et al.* Thermally Induced Injury and Heat-Shock Protein Expression in Cells and Tissues. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.1066, p.222-242, 2005.

SAWKA, M.N. *et.al* .Position Stand: Exercise and fluid replacement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.39, n.2, p.377-390, fev.2007

SAWKA, M.N.; COYLE E.F. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v.27, p.167-218, 1999.

SHEPHARD, R.J. Exercise and training in women, part I: Influence of gender on exercise and training responses. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.25, n.1, p. 19-34, 2000.

SILVA, F. *et al.* A importância da hidratação hidroeletrólítica no esporte. **Revista brasileira ciência e movimento**, v.19, n.3, p.120-128, out.2011.

SMITH, C.J.; HAVENITH, G. Body mapping of sweating patterns in male athletes in mild exercise-induced hyperthermia. **European Journal of Applied Physiology**, v.111, n.7, p.1391-1404, jul.2011.

STOLEN, T. *et al.* Physiology of Soccer. **Sports Medicine**, v.35, n.6, p. 501-536, 2005.

TRAVAGLIA,T. **Desidratação**: Sinais, sintomas e o seu tratamento. Portal Educação, 2012. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/>. Acesso em: 3 mar. 2014.

UPS THERMAL COMMISSION. Glossary of terms for thermal physiology. **Japanese Journal of Physiology**, v.51, p.245-280, 2001.

WEBB, P. The physiology of heat regulation. **American Journal of Physiology**, v.268, n.4, p.838-850, abri.1995.