



Automobilismo: no calor da competição

Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues¹ e Flávio de Castro Magalhães¹

RESUMO

O presente artigo questiona o papel do calor como um fator de risco adicional para o acidente que vitimou Ayrton Senna. O automobilismo de competição constitui um desafio biológico, uma situação estressante do ponto de vista mental e físico. A manutenção da *performance* depende da disponibilidade de carboidratos e oxigênio, hidratação adequada e temperatura interna constante entre 37 e 38 graus centígrados. A dissipação do calor produzido pelo metabolismo ocorre através do aumento do fluxo de sangue para pele e produção de suor e manter a temperatura cerebral constante se constitui num problema permanente. Verificou-se experimentalmente que a energia necessária para dirigir um automóvel de corrida é comparável a um esporte como o voleibol. Durante uma corrida, o indivíduo está exposto a um microambiente quente na cabina, que pode atingir 50°C, gerado por fontes de calor mecânicas e ambientais. O bloqueio da evaporação do suor pelo macacão resulta em umidade e desconforto pessoal, o que implica maior esforço mental para dirigir o carro. As medidas contra o calor começam antes da corrida, cuidando-se do estado nutricional, da hidratação e principalmente do condicionamento físico através de exercícios aeróbicos regulares e adequados, que permitem aumentar a capacidade de trabalho e a tolerância ao calor, o que resulta em menor fadiga durante a corrida. Outro procedimento importante deveria ser a aclimação prévia dos pilotos aos ambientes quentes e úmidos. Deve-se fazer o possível para reduzir o aquecimento do veículo e respeitar o sistema de bandeiras de advertência para os riscos de hipertermia. Em conclusão, embora Ayrton Senna fosse um indivíduo com maior risco de desenvolver hipertermia, independentemente de outras causas, não parece ter havido tempo de corrida suficiente para haver produção de calor metabólico capaz de aumentar excessivamente a temperatura interna do piloto nas condições ambientais do autódromo no dia de sua morte.

RESUMEN

Automovilismo: en el calor de la competición

El presente artículo cuestiona el papel del calor como un factor de riesgo adicional para el accidente que sufrió Ayrton Senna. El automovilismo de competición constituye un desafío biológico, una situación estresante desde el punto de vista mental y físico. El mantenimiento de la performance depende de la disponibilidad de los carbohidratos y del oxígeno, hidratación adecuada y temperatura interna constante entre 37 y 38 grados centígrados. La disipación de calor producido por el metabolismo que ocurre a través del aumento del flujo de sangre para mantener la temperatura cerebral constante constituye un problema permanente. Se ha verificado experimentalmente que la energía requerida para conducir un auto de carrera es similar a la requerida para practicar un deporte

Palavras-chave: Automobilismo. Termorregulação. Hipertermia. Insolação. Morte pelo calor.

Palabras-clave: Automovilismo. Termorregulación. Hipertermia. Insolación. Muerte por calor.

como el voleibol. Durante una carrera, el individuo está expuesto a un microambiente caliente dentro de la cabina que puede llegar hasta los 50 grados centígrados generado por fuentes de calor como las mecánicas y las ambientales. El bloque del sudor por el macacón resulta en humedad y desconfor personal, lo que implica un mayor esfuerzo personal para conducir el auto. Las medidas contra el calor comienzan antes de la carrera, cuidando el estado nutricional, la hidratación y principalmente el acondicionamiento físico a través de ejercicios aeróbicos regulares y adecuados, que permitan aumentar la capacidad de trabajo y la tolerancia al calor, lo que resulta en una menor fatiga durante la carrera. Otro procedimiento importante debería ser la aclimatación de los pilotos en ambientes calientes y húmedos. Se debe realizar lo posible en el acondicionamiento del vehículo para respetar el sistema de banderas de advertencia para los riesgos de hipertermia. En conclusión, si ahora Ayrton Senna fuera un individuo con mayor riesgo de desarrollar hipertermia, independientemente de otras causas, no parece haber habido tiempo suficiente en la carrera para la producción del calor metabólico capaz de aumentar excesivamente la temperatura interna del piloto en las condiciones ambientales del autódromo el día de su muerte.

EPÍGRAFE

“Ao terminar a corrida e completar devagarinho a volta de honra, Ayrton Senna fez um sinal desesperado para os mecânicos da Toleman, colocados exatamente na entrada do caminho que levava à área reservada”... “Peter Gethin e Brian Hart o encontraram desmaiado, com a cabeça sobre o volante”... “Senna foi deitado na grama. A ambulância, chamada por Gethin, chega com o equipamento de reanimação. O médico logo diagnosticou a completa exaustão e determinou descanso absoluto de pelo menos uma hora. Deu uma dose de Valium e só então permitiu que Senna falasse. “Assim que recebi o carro com tanque cheio, avisei que estava incrivelmente pesado. Era impossível dirigir. Na pista foi um trabalho constante manter o carro no traçado. O volante quase não virava e, a cada curva, parecia que eu ia deixar o braço”. Ayrton nem viu voar a asa dianteira. Só sentiu um baque. “Eu queria completar esta corrida, a minha primeira na Fórmula 1”, justificou. (O Globo, 8/4/84)

INTRODUÇÃO

Depois de 10 anos, a morte de Ayrton Senna continua despertando polêmica. Existem ainda certas dúvidas sobre o episódio, algumas bastante intrigantes, que já foram extensamente bem documentadas⁽¹⁾. Entre as causas do acidente, deve-se discutir o papel do calor como um fator de risco adicional, uma vez que a hipertermia constitui um problema para os pilotos em determinadas condições.

A experiência vivida por Senna em sua primeira corrida na Fórmula 1 mostra com clareza o desafio biológico que consiste em

1. Laboratório de Fisiologia do Exercício, Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais.

Recebido em 6/2/04. 2ª versão recebida em 12/4/04. Aceito em 6/5/04.

Endereço para correspondência: Av. Antônio Carlos, 6.627, Campus Pampulha – 31270-901 – Belo Horizonte, MG, Brasil. Tel.: (31) 3491-9460, fax: (31) 3499-2325, e-mail: lor@ufmg.br

pilotar um carro de corrida, uma situação estressante do ponto de vista mental e físico. Durante a corrida, há uma grande ativação de diversas partes do sistema nervoso, que precisam se manter informadas sobre os múltiplos indicadores das condições do ambiente, do veículo e do próprio organismo. Quantidades imensas e continuamente renovadas de informações sensoriais são integradas no cérebro para que haja uma perfeita coordenação motora na definição de cada gesto a ser realizado. Toda esta orquestração neurológica sofre grande influência, é claro, do estado emocional em que se encontra o piloto. Essa intensa “computação biológica” pode ser mantida por diversas horas sem problemas, desde que algumas condições sejam garantidas ao cérebro: disponibilidade de carboidratos e oxigênio, hidratação adequada e temperatura interna constante entre 37 e 38 graus centígrados.

O consumo de carboidratos garante a energia necessária para manter a atividade cerebral. Em condições de repouso, antes da corrida, este consumo de energia pelo cérebro humano corresponde a cerca de 23% de toda a energia gasta pelo organismo⁽²⁾, ou seja, o cérebro de alguém com o peso médio do Senna, de cerca de 65kg⁽¹⁾, consumiria cerca de 15 quilocalorias por hora para permanecer simplesmente deitado. A fonte deste substrato é a glicose circulante, cujo nível normal é mantido pelo fígado, que vai convertendo o glicogênio ali armazenado, na medida da necessidade. Um fígado normal possui em torno de 500 gramas de glicogênio estocado e cada grama deste carboidrato corresponde a 4 quilocalorias, ou seja, as reservas hepáticas seriam de cerca de 2 mil quilocalorias. Imaginando que apenas a metade desta energia fosse destinada ao cérebro, as reservas de glicogênio permitiriam um funcionamento cerebral normal por dezenas de horas. Portanto, a fonte de substrato não deve ser um problema freqüente para os pilotos de Fórmula 1, devidamente alimentados antes das competições e com a glicemia normal.

A oferta de oxigênio para o cérebro também é uma função rigidamente controlada, devido à sua importância vital. Qualquer redução mínima na disponibilidade de oxigênio cerebral desencadeia reações, desde a respiração aumentada até a perda de consciência. Em condições normais, há oxigênio suficiente na atmosfera e dissolvido no sangue e nos tecidos, de tal maneira que nenhum esforço físico voluntário, como o ato de dirigir um automóvel, por exemplo, é capaz de reduzir de forma significativa a chegada de oxigênio aos neurônios, a não ser que haja impedimento à respiração ou um bloqueio da circulação. Portanto, disponibilidade de oxigênio não deve ser um problema comum no automobilismo, exceto se houver obstrução das vias aéreas ou problemas respiratórios.

Por outro lado, como no restante do organismo, cerca de 80% da energia consumida no funcionamento cerebral se converte em calor, que precisa ser continuamente dissipado, do contrário haverá um aumento na temperatura cerebral que pode resultar em disfunção ou inconsciência, e mesmo em coma e morte⁽³⁾. A dissipação deste calor produzido pelo metabolismo ocorre através do aumento do fluxo de sangue, que penetra o cérebro e retira de lá o calor excessivo, transferindo-o para a pele. Portanto, manter a temperatura cerebral constante se constitui num problema permanente que deve ser monitorado de forma tão precisa que deve ter sido um fator determinante no desenvolvimento do cérebro humano⁽⁴⁾.

Em condições fisiológicas, é necessário considerar que qualquer aumento da temperatura do cérebro (em especial no hipotálamo) deve resultar em respostas termorregulatórias proporcionais ao estímulo térmico em intensidade e duração. Para manter constante a temperatura corporal central, além de mudanças comportamentais voluntárias (retirar a roupa ou procurar uma sombra, por exemplo) ocorre dilatação dos vasos da pele, aumentando assim o seu conteúdo sanguíneo e a temperatura superficial do corpo. Esta redistribuição do fluxo sanguíneo do interior para a periferia do corpo resulta em maior diferença térmica entre a pele e o ambiente, o que facilita a perda de calor por radiação e convecção quando o ambiente se encontra mais frio do que a pele. Além disso, simulta-

neamente, ocorre maior produção de suor que, se evaporado sobre a pele aquecida, também retira de forma muito eficiente o calor da superfície corporal⁽⁵⁾.

No entanto, a perda de água no suor resulta em progressiva desidratação, o que pode atingir um limite no qual o volume sanguíneo reduzido se torna insuficiente para manter a circulação, o que coloca em risco a vida do indivíduo. Por isso, a hidratação adequada antes e durante as atividades físicas, especialmente nos ambientes quentes, é uma preocupação fundamental para a saúde dos atletas⁽⁶⁾.

Todas as adaptações relatadas acima permitem que a temperatura cerebral apresente pequenas variações mesmo diante de grandes desafios térmicos apreciáveis, como um exercício intenso num ambiente quente.

POR DENTRO DO COCKPIT

Verificou-se experimentalmente que a energia necessária para dirigir um automóvel de corrida variou entre 38,5 e 59,7mL.kg⁻¹.min⁻¹⁽⁷⁾, ou seja, cerca de 11 a 17 vezes o metabolismo de repouso, considerado, em média como 3,5mL.kg⁻¹.min⁻¹⁽⁸⁾. Desta forma, as quantidades de glicose e oxigênio consumidos e de calor produzido são relativamente grandes em condições habituais, correspondendo à prática de um esporte como beisebol, futebol americano ou basquetebol⁽⁷⁾.

É importante lembrar que Ayrton Senna apresentou episódios de exaustão em sua carreira, atribuídos ao esforço físico excessivo decorrente de sua tentativa de terminar as corridas em situações técnicas desfavoráveis*. Isto sugere que, sob determinadas condições, algum piloto pode produzir uma quantidade ainda maior de calor do que aquela observada experimentalmente.

Durante uma corrida, o indivíduo está exposto a um microambiente quente na cabina, que pode atingir 50°C, gerado por fontes de calor, sejam mecânicas (motor e transmissão) como ambientais (radiação solar e massa de ar quente). Portanto, o problema para o piloto de Fórmula 1 é o de remover o calor corporal gerado pelo esforço físico para controlar o carro e evitar a absorção de calor a partir do microambiente quente.



Fig. 1 – Diagrama do ambiente da cabina (cockpit) durante a corrida – Fontes externas de calor: S, solar; M, mecânica; G, do terreno; W, da massa de ar. Fontes internas de calor: 1, metabolismo cerebral; 2, atividade física muscular.

A roupa especial usada pelos pilotos é capaz de resistir a até 700°C durante 30 segundos, o que constitui uma proteção indispensável à sobrevivência em caso de incêndio. Embora constitua uma barreira eficiente contra a entrada do calor proveniente do

* Em 1984 (O Globo 7/7/84) e em 1992 (Jornal do Brasil, 18/5/92).

ambiente e do motor, o macacão especial também impede a dissipação de calor porque bloqueia a ventilação da maior parte da superfície corporal, reduzindo a perda de calor por radiação e convecção e a evaporação do suor produzido pelo piloto.

O bloqueio da evaporação do suor resulta em 100% de umidade entre a pele e o macacão e em desconforto pessoal, o que implica maior esforço mental para dirigir o carro. À medida que a roupa vai ficando encharcada, aumenta a transferência de calor do ambiente para a pele do piloto, agravando a situação.

Dados obtidos em corridas simuladas resultaram em consumo de energia entre 11 e 17 MET, o que poderia exigir de 1,5 a 2 litros de suor produzidos por hora num microambiente de 50°C com o uso do macacão típico. Estas são taxas de sudorese (cerca de 16g.m⁻².min⁻¹), comparável a uma treinamento de uma seleção brasileira de voleibol num ambiente termoneutro⁽⁹⁾ e menor do que a maior taxa já registrada (34g.m⁻².min⁻¹) durante uma maratona⁽⁶⁾. Se forem mantidas estas altas taxas de sudorese sem ingestão adequada de líquidos, pode ocorrer desidratação, que diminui a capacidade circulatória e, conseqüentemente, a capacidade de remoção de calor corporal, o que pode antecipar a fadiga.

Os sintomas da acumulação de calor no corpo do piloto podem se iniciar com dor de cabeça e tontura. À medida que a temperatura corporal se aproxima de 39°C, o indivíduo se torna cada vez mais desorientado e reduz a sua coordenação motora. Se a temperatura interna ultrapassar 40,6°C (situação conhecida como insolação, intermação ou hipertermia), pode levar ao coma e ao estado de choque, que, se não tratado energeticamente, geralmente é fatal⁽¹⁰⁾.

A PERFORMANCE PSICOMOTORA

Algumas pesquisas têm mostrado que o ambiente quente gerado pelo motor aumenta o tempo de reação e produz maior incidência de erros de direção⁽¹¹⁾. Observações em laboratório também mostraram que a elevação discreta na temperatura interna (até 0,6°C) costuma aumentar o nível de vigilância⁽¹²⁾ e o desempenho físico⁽¹³⁾.

Por outro lado, o aumento na temperatura central de 0,8°C acima dos valores normais resulta em deterioração na *performance* cognitiva e psicomotora, por exemplo, na coordenação olho-mão e na tomada de decisão. Estudos realizados em pilotos militares, que até certo ponto poderiam ser comparados aos pilotos de Fórmula 1, indicam que à medida que se desenvolve o estresse pelo calor há uma maior tendência do piloto para reduzir a sua atenção ao centro do campo visual, desprezando parcialmente os acontecimentos laterais⁽¹⁴⁾.

Em outras palavras, no calor, haveria maior atenção nas tarefas principais para conduzir o próprio veículo, enquanto menos atenção seria dispensada aos demais carros em movimento. Além disso, o calor corporal parece reduzir uma das mais importantes habilidades cognitivas do piloto, que é a de antecipar e realizar corretamente os movimentos necessários para ultrapassar uma curva.

Em resumo, pode-se assumir que se houver aumento da transferência de calor do ambiente ou do próprio veículo para o corpo dos pilotos, associado ao maior calor metabólico, esta condição pode resultar em maior elevação da temperatura interna e cerebral, ocasionando deterioração da eficiência do piloto ao longo da corrida.

EVITANDO PROBLEMAS COM O CALOR

Com os pilotos

As medidas contra o calor começam muito antes da corrida. Os pilotos devem ser considerados como atletas⁽⁷⁾ e submetidos ao exame médico dentro dos critérios adequados aos demais atletas⁽¹⁵⁾.

Como já foi mencionado, o estado nutricional prévio deve permitir a disponibilidade de carboidratos em abundância para a corrida. A hidratação dos pilotos é um dos aspectos preventivos mais importantes, para que eles possuam boas condições cardiovasculares para suportar o esforço físico associado ao calor. Geralmente, um bom estado de hidratação é alcançado com a ingestão de meio litro de água, duas horas antes da competição, acrescida de volumes de água ou bebidas eletrolíticas carboidratadas equivalentes ao volume de suor perdido a cada 15 minutos ou sempre que possível⁽¹⁶⁾.

O condicionamento físico através de exercícios aeróbios regulares e adequados é fundamental para que os pilotos aumentem a sua capacidade de trabalho cardiovascular, ampliando o volume de sangue disponível e a tolerância ao calor, o que resulta em menor fadiga durante a corrida. É interessante lembrar, por exemplo, que Ayrton Senna tornou-se um adepto de exercícios regulares sob orientação de um preparador físico, embora a intenção declarada para o treinamento físico fosse "gastar a adrenalina que é injetada no sangue durante as corridas" *.

Outro procedimento importante deveria ser a aclimação prévia dos pilotos aos ambientes quentes e úmidos, submetendo-os regularmente à exposição a ambientes quentes, para que possam desenvolver seus mecanismos dissipadores de calor (capacidade de suar e dilatar os vasos da pele, além de maior tolerância à fadiga no calor). Neste sentido, a realização de pelo menos 10 sessões de exercício em ambientes quentes constitui um método seguro de aclimação⁽¹⁷⁾.

Sabe-se que os indivíduos impedidos de dormir apresentam menor capacidade termorregulatória⁽⁶⁾, portanto, a boa qualidade do sono previamente às corridas deve ser garantida.

Existem diversas drogas que podem interferir com a capacidade termorregulatória e o uso de qualquer medicamento deve levar em conta esta possibilidade. Como regra geral, todos os medicamentos que acelerem o coração, aumentem as perdas hídricas (urinárias ou intestinais) ou inibam a sudorese devem ser rigorosamente supervisionados.

Evidentemente, é inconcebível para um piloto o uso de bebidas alcoólicas e qualquer tipo de droga ilícita: o álcool, além dos efeitos depressores sobre o sistema nervoso, também produz desidratação. Por outro lado, a maioria das drogas neuroestimulantes interfere no sistema de termorregulação e inclusive a hipertermia constitui um dos mecanismos de morte de algumas delas.

Finalmente, seria ideal que durante a corrida fossem desenvolvidos métodos capazes de quantificar os indicadores de fadiga mental continuamente, como medidas da noção inadequada de tempo para o controle dos movimentos, ou a necessidade de estímulos mais prolongados para as respostas, sinais de redução na capacidade de antecipação e respostas mais agressivas contra o veículo ou seus equipamentos.

Com os veículos

Deve-se fazer o possível para reduzir a exposição do veículo ao sol antes do momento da largada, evitando assim a absorção de radiação solar pelas superfícies do carro. Uma boa ventilação na sombra ou mesmo o uso de bolhas de refrigeração devem ser providenciadas para todas as partes do veículo que não precisam ser pré-aquecidas como pneus e sistema de lubrificação.

O calor proveniente da radiação do solo sob o veículo, do sistema de transmissão mecânica, assim como da eventual fricção do fundo do carro com a pista, deve ser evitado com o uso de cerâmica refratária e outros recursos de isolamento térmico, o que tem sido uma preocupação dos engenheiros ainda não totalmente resolvida.

* Nuno Cobra em O Globo 26/2/84.

Na maioria dos esportes há um sistema de bandeiras de advertência para os riscos de hipertermia. Este sistema de alerta é baseado na medida da temperatura do ar, na umidade relativa e na intensidade da radiação solar, constituindo um índice de estresse térmico. Há níveis estratificados de risco nos quais uma partida ou prova esportiva pode ou não ser permitida⁽¹⁸⁾. Este sistema deveria também ser empregado obrigatoriamente no automobilismo.

Em resumo, existe uma diminuição na *performance* psicomotora devido ao aumento da temperatura interna de pilotos durante a corrida. Pode-se assumir que a redução dos fatores que levam ao acúmulo de calor durante a competição deve resultar em melhor desempenho e maior conforto para os pilotos.

CONCLUSÃO

Apesar de Ayrton Senna ter sido anteriormente vítima de provável exaustão pelo calor em outras ocasiões, ou seja, um indivíduo com maior risco de desenvolver novamente a hipertermia, as condições ambientais do autódromo em Imola, no dia de sua morte, eram as habituais do final da primavera numa região de clima subtropical⁽¹⁹⁾ e correspondiam a um ambiente de baixo risco para problemas com o calor entre 20 e 28°C⁽¹⁾.

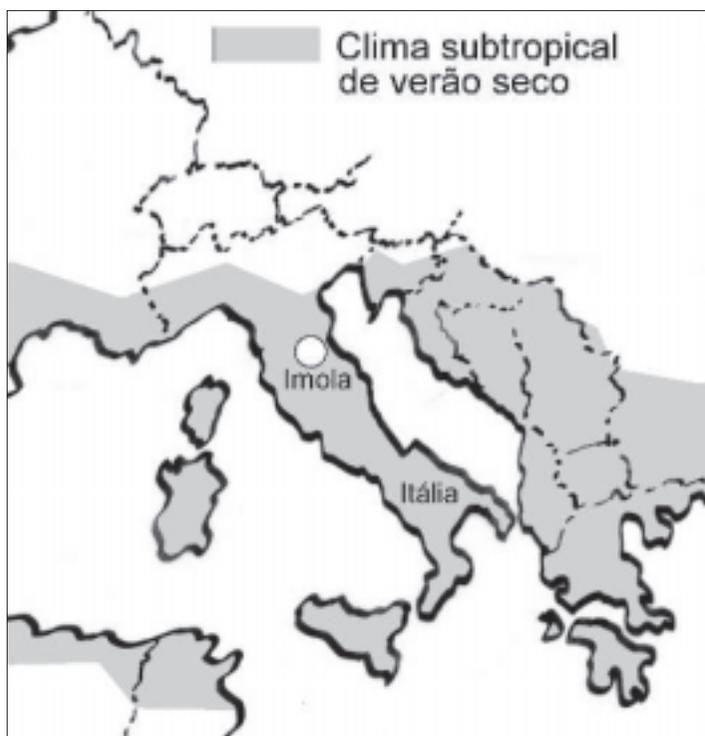


Fig. 2 – Localização climática do autódromo de Imola, Itália. Região sombreada corresponde a clima subtropical de verão seco: situada dentro da latitude entre 35 e 40° N e geralmente dentro da longitude entre 25 a 40° O (Viana, 1999), com temperatura efetiva entre 0 e 10°C no inverno e 20 e 25°C no verão (Ayoade, 1986).

Além disso, o acidente com Senna aconteceu com pouco tempo de corrida: houve um acidente na largada, os carros continuaram em movimento, mas devagar, atrás do veículo da segurança, durante quatro voltas, que duraram cerca de 16 minutos. A quinta volta foi veloz. No início da sexta volta, aconteceu o acidente⁽¹⁾. Portanto, não houve tempo de atividade muscular suficiente para

que a produção de calor metabólico pudesse aumentar muito a temperatura interna do piloto.

Em conclusão, apesar da hipertermia constituir-se um fator de risco habitual para os pilotos da Fórmula 1, especialmente quando correm em ambientes quentes, um aumento excessivo da temperatura corporal não parece ter contribuído para o acidente que, infelizmente, vitimou Ayrton Senna.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues EC. Ayrton Senna: o herói revelado. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2004.
2. William RL, Robertson ML. Rethinking the energetics of bipedality. *Curr Anthropol* 1997;38:304-9.
3. Johnson RF, Kobrick JL. Psychological aspects of military performance in hot environments. In: US Army Research Institute of Environmental Medicine. Medical aspects of harsh environments. USA: Natick 2003:135-59.
4. Falk D. Brain evolution in *Homo*: the "radiator" theory. *Behav Brain Sci* 1990;13:333-81.
5. Gisolfi CV, Mora F. The hot brain. Survival, temperature and the human body. Cambridge: Bradford Book, MIT Press, 2000.
6. Armstrong LE. Performing in extreme environments. Champaign: Human Kinetics, 2000.
7. Jacobs PL, Olvey SE, Johnson BM, Cohn KA. Physiological responses to high-speed, open-wheel racecar driving. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:2085-90.
8. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs Jr DR, Montoye HJ, Sallis JF, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;25:71-80.
9. Vimieiro-Gomes AC, Rodrigues LOC. Avaliação do estado de hidratação dos atletas, estresse térmico do ambiente e custo calórico do exercício durante sessões de treinamento em voleibol de alto nível. *Rev Paul Educ Fis* 2001;15: 201-11.
10. Hubbard RW, Armstrong LE. The heat illnesses: biochemical, ultrastructural and fluid-electrolyte considerations. In: Kent B. Pandolf, Michael N. Sawka, Richard R. Gonzalez, editors. Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes. Carmel: Cooper Publishing Group, 1986:305-60.
11. Wyon DP, Wyon I, Norin F. Effects of moderate heat stress on driver vigilance in a moving vehicle. *Ergonomics* 1996; 39:61-75.
12. Bonfim IP. Estudo do nível de ativação mental durante o exercício em diferentes intensidades em ambiente termoneutro ou quente e úmido, 1999. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Educação Física – Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.
13. Lacerda ACR. Estudo dos efeitos da exposição a dois ambientes quentes sobre o desempenho em exercício supramáximo de curta duração no cicloergômetro. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação Física – Universidade Federal de Minas Gerais, 2001.
14. Allan JR, Gibson TM. Separation of the effects of raised skin and core temperature on performance of a pursuit rotor task. *Aviat Space Environ Med* 1979;50:678-82.
15. Rodrigues LOC. Avaliação médica na atividade esportiva. In: Lasmar NP, Camanho GL, Lasmar RCP, editores. Medicina do Esporte. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Revinter, 2002:1-12.
16. American College of Sports Medicine. Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28:i-vii.
17. Houmar JA, Costill DL, Davis JA, Mitchell JB, Pascoe DD, Robergs RA. The influence of exercise intensity on heat acclimation in trained subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:615-20.
18. American College of Sports Medicine. Position Stand: the prevention of thermal injuries during distance running. *Med Sci Sports Exerc* 1996;19:529-33.
19. Ayoade JO. Introdução à climatologia para os trópicos. Trad. Maria Juraci Zani dos Santos. 1ª ed. São Paulo: DIFEL, Difusão Editorial AS, 1986.
20. Viana JAC. O Terceiro Mundo não é assim: está assim. 1ª ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia Editora, 1999.