

Respostas fisiológicas na marcha militar de 24km

Maj Inf *João Carlos Dias* Adjunto do IPCF - CCFEX
Dr. *Emerson Silami Garcia* UFMG - Orientador

Comparação das respostas fisiológicas de soldados usando fardamento e equipamento com soldados usando uniforme esportivo durante marcha militar de 24 km.

RESUMO

O estudo do comportamento do corpo durante uma marcha reveste-se de importância para maior segurança da atividade e operacionalidade da tropa. O principal objetivo deste trabalho foi o de analisar algumas respostas fisiológicas do militar durante a realização da marcha de 24 km. Uma Companhia de Fuzileiros foi avaliada e dividida em dois grupos homogêneos pareados por idade. O grupo de militares fardados e equipados (FA) e o grupo de militares de calção (CA) tinham as seguintes características: idade média de 19,87 \pm 3,77 e 19,51 \pm 1,95 (desvio padrão), altura de 171,11 \pm 5,51 e 170,9 \pm 6,9, percentual de gordura de 12,47 \pm 4,1 e 12,96 \pm 4,5, capacidade aeróbica máxima de 52,72 \pm 6,11 e 51,34 \pm 5,34, correspondendo, em média, a 2866 \pm 273 e 2804 \pm 238 metros percorridos no teste de 12 minutos. A temperatura ambiental média encontrada foi de 21°C e umidade relativa de 90%. A frequência cardíaca média, para FA e CA, foi de 113,7 e 103,9, representando 56,8 e 51,8% da frequência cardíaca máxima. FA consumiu mais água do que CA (885 \pm 342 e 716 \pm 560) e verteu menos urina (518 \pm 254 e 870 \pm 554). Os valores da sensação de esforço (14,0 \pm 2,2 e 10,9 \pm 2,2) e da sensação térmica (8,5 \pm 1,6 e 6,8 \pm 1,7) foram maiores significativamente para FA. Os níveis de lactato foram baixos para ambos os grupos, próximos ao de repouso. Concluímos que as taxas de sudorese foram muito elevadas, representando, para FA e CA, 5,18 e 4,15% do peso corporal. A tropa equipada chegou ao final da marcha em condições de cumprir missão. O estudo recomenda investigação em situações climáticas diferentes e com militares de idade avançada e/ou capacidade aeróbica baixa, para determinação do nível mínimo de capacidade aeróbica na execução do movimento sem riscos para a saúde.

1,6 e 6,8 \pm 1,7) foram maiores significativamente para FA. Os níveis de lactato foram baixos para ambos os grupos, próximos ao de repouso. Concluímos que as taxas de sudorese foram muito elevadas, representando, para FA e CA, 5,18 e 4,15% do peso corporal. A tropa equipada chegou ao final da marcha em condições de cumprir missão. O estudo recomenda investigação em situações climáticas diferentes e com militares de idade avançada e/ou capacidade aeróbica baixa, para determinação do nível mínimo de capacidade aeróbica na execução do movimento sem riscos para a saúde.

INTRODUÇÃO

A marcha militar é uma atividade obrigatória. Diferentemente da atividade física de corrida, quando são estabelecidos índices e faixas etárias diferenciadas, a unidade militar marcha como um todo. Argumentar que em situação de combate é imperativo o movimento de toda a tropa seria convincente se tivéssemos o conhecimento do comportamento do organismo do soldado durante e após o exercício. Não sabemos nem mesmo se a atividade pode ser danosa para indivíduos com condição física menor e para os mais velhos.

O Brasil é um país de clima tropical e sub-tropical durante grande parte do ano. Algumas destas marchas são executadas sob condições térmicas desfavoráveis. O estresse hipertérmico pode constituir-se em um risco muito elevado tanto para o desempenho quanto para a saúde. Portanto, o estudo do comportamento do organismo humano quando submetido à uma atividade de longa duração é de extrema importância. Não existem medidas de segurança que contra indiquem a sua execução por obesos, não aclimatados ao calor, indivíduos com condição física menor e pessoas mais velhas. Não existem estudos a respeito dos efeitos do calor sobre o organismo de militares brasileiros.

O nosso equilíbrio térmico conta com algumas vias de ganho e perda de calor que são: radiação (+R), convecção (+C), condução (+K), evaporação (-E), metabolismo (+M) e trabalho (-W).

A principal via de ganho de calor é o metabolismo, que pode ser aumentado em até 20 vezes durante a prática de uma atividade física intensa. O exercício físico aumenta a taxa metabólica corporal para fornecer energia para a contração muscular.

Dependendo do tipo de exercício, entre 70 e 100% do metabolismo é libe-

rado na forma de calor, que precisa ser dissipado para balancear o calor corporal (SAWKA, 1992). Como a nossa eficiência mecânica durante atividades como a corrida e o ciclismo é de apenas 20%, 80% da energia total gasta são liberadas do corpo na forma de calor. Isto significa que se uma pessoa de 60 kg fizer um trabalho de 200 W, serão produzidos 800 W de calor, ou seja, 11,3 kcal serão gastas para produzir calor. Se esta pessoa não estivesse perdendo calor para o ambiente, a sua temperatura corporal se elevaria em 8°C, com conseqüências fatais em 35 minutos. Este fato evidencia a necessidade da dissipação do calor produzido. Essa dissipação por sua vez, depende das condições ambientais, principalmente a temperatura e a umidade relativa do ar. A evaporação do suor produzido é a principal via de perda de calor pelo corpo em ambientes quentes (MAUGHAN, 1987).

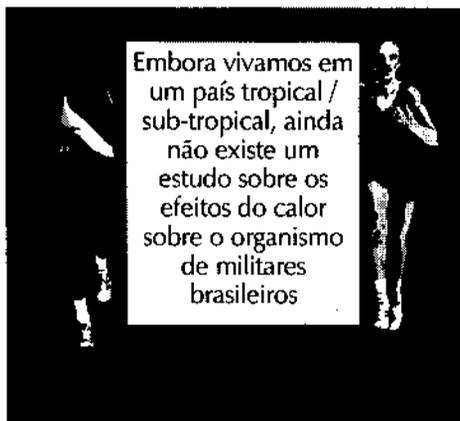
A convecção, de acordo com HARDY & DUBOIS (1938), é responsável por aproximadamente 15% da perda de calor quando um homem está quieto, mas por muito mais do que isto quando houver qualquer movimento de ar considerável sobre a superfície do corpo.

A radiação é um fator importante no equilíbrio térmico, pois através deste mecanismo se ganha muito calor através da radiação solar em dias claros e se perde também quando o ambiente está com temperatura inferior à do corpo. O ganho de calor por exposição ao sol pode atingir 150 a 300 kcal por hora (SOHAR, 1965).

No verão, quando a temperatura ambiente é maior do que a temperatura da pele, os mecanismos de radiação, condução e convecção, ao invés de auxiliarem no resfriamento do corpo durante exercício, causam absorção de calor pelo corpo. Além do mais, quanto maior for a umidade relativa do ar menor será o percentual de suor evaporado do corpo. Isto significa que o organismo está sujeito a ter que secretar, nestas condições, vários litros de suor para que o corpo consiga dissipar as 580 kcal conseguidas com um litro

de suor em condições normais (KEREM e col., 1980).

Estes dados demonstram a dimensão do estresse térmico causado pelo calor ambiente somado ao calor produzido pelo corpo quando em exercício. De acordo com MAUGHAN (1987), quando a produção de calor é grande, a perda de calor por radiação, convecção e condução sozinhos, provavelmente não são suficientes para prevenir um aumento na temperatura corporal mesmo quando a temperatura ambiente é baixa e o fluxo de ar através do corpo é relativamente alto. Quando a temperatura ambiental é alta, estes mecanismos servirão para aquecer o corpo, ao invés de auxiliar na dissipação de calor.



A água é o maior componente do corpo humano e representa 50 a 75% do peso corporal, dependendo da idade, sexo e composição corporal. Nos recém-nascidos a quantidade de água no corpo é por volta de 75%, nos adultos jovens por volta de 60% e nos mais idosos por volta de 50% (EDELMAN & LIEBMAN, 1959). As mulheres têm menor quantidade de água no corpo do que os homens; os sedentários menos do que os ativos e os idosos menos do que os jovens. Estas diferenças são devido ao fato de que as mulheres, os sedentários e os idosos possuem maior quantidade de tecido adiposo do que os homens, os ativos e os jovens, respectivamente. Como o tecido adiposo contém aproximadamente 10% de água e o tecido muscular 75%, o total de água corporal de uma pessoa é proporcional à sua composição corporal (PANDOLF e col., 1988).

A água contida nos tecidos do corpo é distribuída entre os compartimentos de líquido intracelular e extracelular. O compartimento de líquido intracelular é maior e contém aproximadamente 67% da água corporal, enquanto o compartimento de líquido extracelular (plasma, água intersticial, ossos, linfa) contém aproximadamente 33% da água corporal para um homem adulto (SAWKA, 1992). O volume desses compartimentos não é estático. Há uma troca dinâmica dos fluidos entre os compartimentos intra e extracelular, é a osmose (PANDOLF e col., 1988).

Em um dia normal, perdemos e devemos repor aproximadamente 2.0 litros de água. Desta quantidade, aproximadamente 0,2 litros é perdido através dos pulmões, 1,1 litros através da urina, 0,1 litros através das fezes e 0,6 litros através da transpiração (transpiração insensível) (WILLIAMS, 1985). Entretanto, quando em exercício realizado no calor, esta perda de água através da transpiração pode ultrapassar 2 litros por hora (SHARKEY, 1990). O suor reduz o total de água corporal se as quantidades adequadas de fluido não forem consumidos. Como existe uma troca livre de fluidos no organismo, a desidratação deve afetar o conteúdo de água de cada um dos compartimentos de líquidos do corpo.

Em vários estudos a taxa de desidratação provocada pela sudorese é medida através da diferença entre o peso corporal anterior e posterior ao exercício (COSTILL e col., 1976; CRAIG & CUMMINGS, 1966; HARRISON e col., 1975).

Em um estudo de COSTILL e col. (1976), os militares foram desidratados pela combinação de exercício na bicicleta ergométrica e exposição ao calor. Logo após completar o exercício na bicicleta, amostras de sangue e de músculo esquelético foram obtidas. Observou-se que quando volumes pequenos de água corporal eram perdidos, o déficit de água vinha principalmente do compartimento extracelular. À medida que a perda de água aumentava, uma porcentagem proporcionalmente maior do déficit

O exercício intenso realizado em ambiente quente pode provocar uma perda de água ou desidratação após poucas horas de atividade

A produção de suor de um corredor durante um exercício em estado de equilíbrio chega em média a 1,5 a 2,5 litros por hora

de água vinha do compartimento intracelular.

O exercício intenso realizado em ambiente quente pode provocar uma perda de água ou desidratação após poucas horas de atividade (MCARDLE e col., 1992). A produção de suor de um corredor durante um exercício em estado de equilíbrio chega em média a 1,5 a 2,5 litros por hora (HANSON, 1979).

Dependendo da intensidade, condições ambientais, nível de treinamento e aclimação ao calor, a taxa de suor pode chegar de dois a três litros por hora (MCARDLE e col., 1986). Uma das taxas de suor mais altas reportadas pela literatura foi a de 3,7 litros por hora por Alberto Salazar durante a maratona olímpica de 1984 (ARMSTRONG e col., 1986). Portanto um corredor pode perder 7,5 litros de suor em 3 horas. Como a ingestão de fluidos pelos corredores dificilmente ultrapassa 50% de suas perdas, um decréscimo de aproximadamente 6% do peso corporal (65 kg) pode ser experimentado até o final da corrida.

NADEL (1977) sugeriu que a taxa máxima de sudorese sustentável por longos períodos de tempo é por volta de 20 a 25 g/min. SOHAR e col. (1962) observou taxas máximas, no ápice da sudorese, por volta de 66,7 ml/min.

SAWKA e col. (1980) mostraram que durante 100 minutos de corrida na esteira o volume de plasma sanguíneo permaneceu estável apesar dos 4% de redução no peso corporal. Da mesma forma, KOLKA e col. (1982) reportaram que durante uma maratona, o volume de plasma permaneceu estável apesar dos 7% de redução no peso corporal.

A desidratação reduz a performance via prejuízos termorregulatórios e cardiovasculares (SAWKA & GREENLEAF, 1992; CONVERTINO, 1987).

Como já foi demonstrado anteriormente por SALTIN & COSTILL (1988), uma desidratação de apenas 2% do peso corporal pode comprometer a performance e de mais de 5% pode diminuir a capacidade de trabalho em aproximadamente 30%. De acordo com GREENLEAF & HARRISON (1992), mesmo 1% de desidratação pode ser prejudicial à performance.

O exercício prolongado realizado em ambiente quente provoca uma sobrecarga cardiovascular (HARRISON, 1985). A vasodilatação periférica e a desidratação provocadas por calor produzem um menor volume sistólico e um menor débito cardíaco, fazendo com que a frequência se eleve numa tentativa de compensar estes prejuízos circulatórios (PANDOLF e col., 1988).

De acordo com CLARK & EDHLOM (1985) alterações na temperatura corporal modificam a frequência cardíaca, aumentando-a em 10 batimentos para cada aumento de 1°C na temperatura corporal.

A reposição de fluidos durante exercício prolongado realizado no calor tem sido um mecanismo eficiente para combater a hipertermia e o colapso circulatório durante exercício prolongado realizado no calor (ADOLPH & DILL, 1947; MCSWINKY & SPURRELL, 1933; PITTS e col., 1944).

Há praticamente um consenso de que antes do início do exercício devam ser consumidos 500 a 600 ml de água, e, ao longo do exercício, mais 200 a 250 ml de 15 em 15 minutos (ACSM, 1984 & MAUGHAN, 1987).

Uma questão interessante é que o mecanismo da sede é sempre insuficiente e não reage com a rapidez necessária à falta de água no corpo, o que leva ao fenômeno conhecido como desidratação voluntária (KEREM e col., 1980).

ADOLPH e col. (1947) relatou que a sede ocorreu após 2% de desidratação e não aumentou em intensidade após um maior aumento nos níveis de desidra-



tação. Relatou também que um déficit de 4 a 6% de água está associado à anorexia, impaciência e dor de cabeça; de 6 a 10% está associado a vertigem, dispnéia, cianose; de mais de 12% está associada à inabilidade de deglutir, necessitando portanto de assistência na reidratação; e finalmente uma desidratação de 15 a 25% do peso corporal é a faixa estimada como letal.

A temperatura interna é geralmente representada pela temperatura retal, mas pode também ser representada pela temperatura esofágica ou timpânica. A medição da temperatura retal é feita através de uma sonda inserida alguns centímetros (5 a 27 cm) além do esfíncter anal. A medição da temperatura esofágica é feita através de uma sonda que atravessa o canal nasal e a garganta.

No trabalho de PUGH (1967), os corretores que ingeriram uma quantidade

Há praticamente um consenso de que antes do início do exercício devam ser consumidos 500 a 600ml de água, e ao longo do exercício mais 200 a 250ml de 15 em 15 minutos: é que o mecanismo da sede é sempre insuficiente e não reage com rapidez necessária à falta de água no corpo, o que leva ao fenômeno conhecido como desidratação voluntária

de água suficiente para manter o déficit de água em menos de 3% do peso corporal tiveram uma temperatura retal de 38,5°C, ao final de uma corrida de 30 km. Aqueles que perderam mais de 5% de água corporal terminaram a corrida com uma temperatura de 41°C. GREENLEAF (1979) observou que a desidratação progressiva durante o exercício prejudica a termorregulação de tal forma que a temperatura corporal se eleva gradativamente.

De acordo com SUTTON (1984), embora a coagulação das proteínas celulares só ocorra quando a temperatura de 46°C é alcançada, o corpo só consegue tolerar temperaturas corporais maiores que 41°C por um curto período de tempo.

De acordo com FISHER & JENSEN (1990) tem sido estimado que a temperatura interna se elevará 0,3 a 0,5 F para cada 1% de perda de peso devido à perda de água. GISOLFI & COPPING (1974) observaram um aumento de 0,4°C na temperatura interna para cada percentual de redução no peso corporal após uma perda de peso de mais de 2% durante exercício intenso realizado em ambiente quente.

O objetivo geral da pesquisa foi analisar o comportamento do homem (frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço, sensação térmica, temperatura sublingual, taxa de sudorese, lactato, hematócrito e glicose) durante a realização de exercício prolongado em duas condições: com uniforme militar de combate e uniforme de treinamento físico.

METODOLOGIA

Uma companhia de fuzileiros padrão de uma unidade de infantaria do Exército Brasileiro, ou seja, 141 homens, idade predominante de 18, 19 anos, atingindo 42 anos de idade. A companhia foi sorteada dentre as três existentes no batalhão. Dois grupos homogêneos foram constituídos, pareados por idade. Os grupos foram sorteados, sendo que um grupo executou a marcha fardado com uniforme de campanha, equipamento e armamento individual (FA) e o outro com

tênis e calção de treinamento físico militar (CA).

Foram tomados dados como peso e altura utilizando uma balança eletrônica marca Filizola e uma toesa padrão já existente na Organização Militar. Foi avaliada a composição corporal e a capacidade aeróbica de cada militar. A avaliação da composição corporal foi feita através de estimativa de percentual de gordura dos militares para caracterizar a amostra estudada. A equação utilizada para o cálculo do percentual de gordura dos militares foi a proposta por PARIZKOVA & BUZIMKOVA (1971), utilizando as dobras do trícips, subescapular supra-iliaca e bicipital, medidas com um compasso de dobras cutâneas de marca *Cescorf*.

Para medir a capacidade aeróbica serviu para caracterizar a amostra estudada. Foi utilizado o teste de Cooper. Os grupos executaram o teste com o uniforme de TFM (calção). Para se transformar a distância percorrida no tempo de 12 minutos em consumo de oxigênio foi utilizada a fórmula proposta por COOPER (1972). $VO_2 = D - 504,1/44,8$.

A percepção subjetiva de esforço foi avaliada ao final do teste através do uso da escala de Borg para graduação do esforço percebido (BORG & NOBLE, 1974) demonstrada na TABELA 1. A tabela foi apresentada antes do início da prova, para que tomassem conhecimento, e ao final dela, quando informaram verbalmente a nota correspondente às suas sensações.

Foi também avaliada a percepção de sensação térmica ao início e final do teste através do uso da escala para graduação demonstrado na TABELA 2. De forma semelhante à TABELA 1, foi apresentada ao final do teste, quando informaram a nota correspondente. A temperatura sublingual de 30 militares foi medida em um termômetro clínico logo após a chegada.

No dia seguinte receberam como café da manhã um pão com margarina, um caneco com leite com chocolate e um copo d'água. Tiveram tempo suficiente para as necessidades fisiológicas.

TABELA - 1

ESCALA PARA GRADUAÇÃO DO ESFORÇO PERCEBIDO

6	
7	Muito fácil
8	
9	Fácil
10	
11	Relativamente fácil
12	
13	Ligeiramente cansativo
14	
15	Cansativo
16	
17	Muito cansativo
18	
19	Exaustivo
20	

Fonte: Borg & Noble (1974).

TABELA - 2

ESCALA PARA GRADUAÇÃO DE SENSÇÃO TÉRMICA

1	Muito frio
2	
3	Frio
4	
5	Ligeiramente frio
6	
7	Neutro
8	
9	Ligeiramente quente
10	
11	Quente
12	
13	Muito quente

Os militares foram em seguida pesados sem qualquer peça do vestuário e se fardaram para o início do movimento. Os freqüencímetros marca Polar

tipo *Vantage* e termômetros clínicos foram distribuídos aos mesmos militares da véspera. Os 15 primeiros de cada grupo tiveram as amostras de sangue tomadas para a análise sanguínea do hematócrito e glicose para posterior comparação com os resultados após a quarta hora de marcha e ao final do trabalho. Para a análise da glicose foi utilizado o equipamento Glucometer 3 da Ames com reagente glicofilm, e para o hematócrito foi utilizada uma Centrífuga para determinação de micro-hematócrito e tubo capilar perfecta, com heparina. Os militares do grupo FA estavam com os cantis cheios e foram instruídos para apenas beberem a água, não a utilizando para outros fins. Todo o material e equipamento foi também inspecionado. A mochila estava aliviada, não tendo sido completado o seu peso para o material padrão.

Deu-se então início à marcha de 24 quilômetros que teve uma duração de seis horas, a uma velocidade aproximada de 5 km/h com um descanso de 10 minutos após cada 4 km percorridos. Tendo em vista que tínhamos que controlar água consumida, urina vertida, frequência cardíaca, sensação térmica, percepção subjetiva de esforço e ainda colher sangue para exame, decidimos por fazer um percurso circular, os altos sempre em frente ao Estande Nacional da Vila Militar (Campo de Instrução de Gericinó, RJ) onde tínhamos as equipes prontas e os equipamentos ligados. A quantidade de água consumida foi assim controlada: os militares fardados sempre que queriam completavam seus cantis, enquanto que os do grupo de calção bebiam em recipientes graduados, tendo uma equipe responsável por fazer as anotações.

No grande alto (16km) foram medidos novamente o hematócrito e glicose. O lactato sanguíneo foi medido para quantificar o estresse metabólico utilizando um minifotômetro *Dr Lange* nº 8. Todos os participantes tiveram as quantidades de urina vertida medidas durante todo o período da marcha por ocasião dos altos.

Ao final da marcha os cantis foram recolhidos e a quantidade de água medida. Os militares foram novamente pesados sem os uniformes, quando foi calculada a taxa de sudorese.

A temperatura e a umidade relativa do ar foram tomadas no início e final do teste de capacidade aeróbica, e a cada hora durante a execução da marcha, utilizando-se de um psicrômetro giratório, montado em base metálica marca Incoterm 5204

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram deste estudo 141 militares, constituindo uma companhia de fuzileiros padrão do 2º Batalhão de Infantaria Motorizada Escola. A tropa foi dividida em dois grupos pareados por idade. Um grupo, com 71 homens, realizou a marcha fardado (FA) e o outro com 70 homens realizou o movimento com calção de treinamento físico e tênis (CA). Os dados por idade, altura, percentual de gordura, consumo máximo de O₂ e sua distância correspondente estão na TABELA 3.

TEMPO DE EXERCÍCIO E CARGA

O tempo de execução foi de 6 horas de movimento por 1 hora de descanso. O peso conduzido por FA era em média de 16,2 kg incluindo fardamento, material e armamento de dotação.

AMBIENTE E CONDIÇÕES AMBIENTAIS

O percurso foi executado sempre através estradas. A topografia era favorá-

vel, ou seja, terreno quase sempre plano, com poucos aclives e declives e sempre retornando ao mesmo nível (Estande Nacional e quartel).

A temperatura estava relativamente baixa para a cidade do Rio de Janeiro. Os valores encontrados variaram pouco, 21°C em média, variando entre 20,4 e 21,7. A umidade relativa do ar estava bem alta, 89,9%, variando entre 86 e 93%. O tempo estava nublado e em algumas vezes chuvoso (altos 4 e 5).

Não existe na literatura uma definição numérica precisa do que seja ambiente frio, neutro ou quente. Podemos considerar que, no ambiente neutro, a taxa metabólica está no seu limiar mais baixo e o organismo faz o menor esforço termorregulatório (HAYMES & WELLS, 1986). A faixa de temperatura considerada como confortável para americanos e ingleses é de 21 a 24°C (CLARK & EDHOLM, 1985).

É importante salientar a contribuição da umidade relativa do ar e da velocidade do vento na sensação do conforto ambiental. No presente estudo, as temperaturas foram baixas para um país tropical. Para uma mesma temperatura, uma menor umidade relativa é mais confortável, pois permite a evaporação do suor, reduzindo a temperatura interna. Apesar da umidade do ar elevada, prejudicando a evaporação do suor, as condições ambientais estavam agradáveis por causa da baixa temperatura.

FREQÜÊNCIA CARDÍACA

Por ocasião do teste físico de corrida de 12 minutos, a frequência cardíaca

Grupos		Idade	Altura	% g	VO ₂ max	Distância
(FA) Fardado	M	19,87	171,1	12,47	52,72	2866
	DP	3,77	5,5	4,1	6,1	273
(CA) Calção	M	19,51	170,9	12,96	51,34	2804
	DP	1,95	6,9	4,5	5,34	238

n=70

de FA e CA foram respectivamente de 186,94 +/-8,9 e 197 +/-19,9 Bpm. O valor de CA foi significativamente maior que FA para $p < .05$. Os grupos nesta situação executaram a corrida em condições idênticas como dia, hora, local e uniforme.

Durante a execução da marcha a situação se inverteu. Os resultados estão apresentados na TABELA 4 e na FIGURA 1, onde poderá ser melhor visualizada a evolução de frequência cardíaca no transcorrer do movimento.

Podemos verificar que apesar das diferenças não serem significativas para $P < .05$ durante toda a marcha, podemos considerá-las diferentes, pois os valores de CA foram significativamente maiores no teste de 12min e inverteram durante a marcha. Quando não foram menores para $p < .05$, foram para $p < .1$, conforme TABELA 4.

Com relação à maior frequência cardíaca encontrada durante a marcha, os percentuais para FA e CA em relação à frequência cardíaca máxima calculada pela fórmula $220 - \text{idade da FC Max}$, foram 60,6 e 55,8%. A média da frequência cardíaca para todo o percurso foi de 113,7 e 103,9, representando 56,8 e 51,8% da frequência cardíaca máxima. O uniforme, equipamento e armamento, representaram, em termos de frequência cardíaca, 5% em relação ao grupo que executou a marcha de calção. As taxas de incremento da FC, ou seja, a FC final em relação ao primeiro alto foram 15 e 13 batimentos respectivamente para FA e CA. Para os dois grupos houve um aumento da FC. Os resultados estão apresentados na TABELA 5

TEMPERATURA SUBLINGUAL

A temperatura sublingual de FA foi sempre superior a de FC. Em apenas uma situação foi significativo para $p < .05$. As medidas não tiveram incremento durante a marcha, mas variaram de acordo com as condições climáticas. Os resultados estão apresentados na TABELA 6

TABELA 4

RESULTADOS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA							
Grupos	Teste 12min	Alto-1	Alto-2	Alto-3	Alto-4	Alto-5	Chegada
FA Fardado	189,9* 8,9	105,5** 3,3	109,4** 14,5	110,4* 13,6	115,2* 15,1	121,3** 14,5	120,5** 16,8
CA Calção	197,0* 19,9	97,9** 13,0	100,0** 29,9	100,2* 11,3	102,6* 23,6	111,9** 31,7	110,9** 21,5

*Significativo para $p < .05$, **Significativo para $p < .01$

TABELA 5

PERCENTUAIS DE FC MÁXIMA E INCREMENTO DA FC					
Grupos	% FC-Max	% FC Média	Média (Bpm)	Incremento BPM	
FA Fardado		60,6	56,8	113,7	15
CA Calção		55,8	51,8	103,9	13

N=15

TABELA 6

TEMPERATURA SUBLINGUAL EM GRAUS CENTÍGRADOS						
Grupos	Alto-1	Alto-2	Alto-3	Alto-4	Alto-5	Chegada
FA Fardado	37,6	37,12** 1,4	37,04	37,1	37,1* 0,9	37,0
CA Calção	36,8	36,7** 0,7	36,8	36,7	36,68* 0,56	37,0

* Significativo para $p < .05$, ** Significativo para $p < .1$

N=15

Durante a prática de atividade física prolongada, o sangue que perfunde a musculatura esquelética ativa é aquecido pelo calor metabólico local. Este sangue mais quente transmite o calor para outras regiões do corpo e consequentemente eleva a temperatura interna, representada, neste estudo, pela temperatura sublingual. É importante lembrar que a temperatura retal é a que melhor representa a temperatura interna.

Os valores encontrados de temperatura sublingual mostraram diferenças significativas entre os grupos apenas uma vez para $p < .05$. Caso fosse tomada a temperatura retal, os valores de temperatura interna seriam maiores

TAXA DE SUDORESE, CONSUMO DE ÁGUA E URINA VERTIDA

Apesar do dia estar frio e chuvoso, as perdas hídricas foram consideráveis: 3,37 e 2,68 litros para FA e CA. As

TABELA 7

Grupos	Sudorese	Consumo de água	Urina vertida
FA Fardado	3,370*	885,5* 342,5	517,7* 254,3
CA Calção	2,680*	716,1* 559,6	869,4* 553,8

* Significativo para $p < .05$

n=70

diferenças foram significativas para $p < .05$.

Quanto ao consumo de água, as diferenças foram também significativas: 885,5 +/-342 e 716,11 +/-559 gramas de água. Toda a companhia, se estivesse fardada e equipada, consumiria 124 litros de água.

Como consequência do dia frio, tivemos uma intensa excreção urinária: 517,7 +/-254,3 e 869,44 +/-553 gramas, sendo estas diferenças significativas. Os resultados de taxa de sudorese, consumo de água e urina vertida estão apresentados na TABELA 7.

A principal função da sudorese durante exercício prolongado realizado em ambiente quente é a dissipação do calor interno através da evaporação do suor para manutenção da temperatura corporal.

No trabalho de COSTILL e col. (1976), foram necessários 90 minutos de exer-

cício a 70% do VO_2 Max em um ambiente com temperatura de 39,5°C, para que os sujeitos fossem desidratados em 2% do peso corporal. No presente estudo, para um esforço de 56,8 e 51,8: da FCM, à uma temperatura de 21°C e umidade relativa de 90%, a perda, em percentual do peso corporal para FA e CA, foi de 5,18 e 4,15%.

A excreção urinária maior de CA pode ser explicada pela menor necessidade de transpiração, porque o grupo também consumiu menos água. Entretanto podemos observar que CA verteu mais urina do que consumiu água. Considerando uma taxa de sudorese de 2,68 litros, podemos considerar uma significativa desidratação do grupo que executou a marcha com tênis e calção.

FIGURA - 1

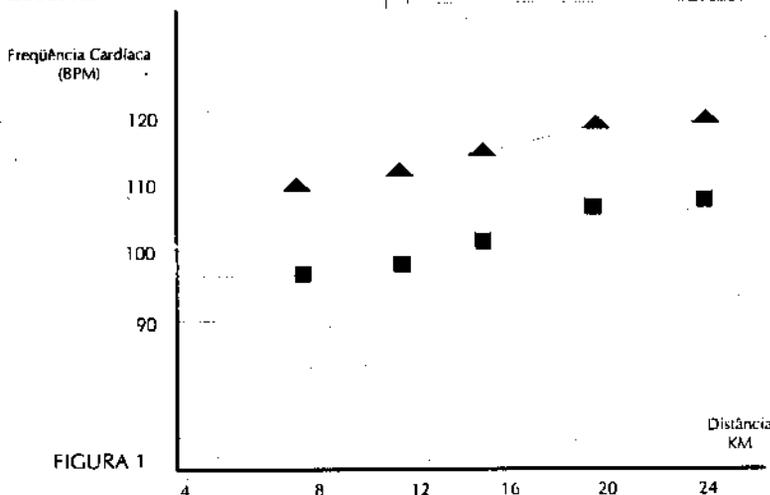


FIGURA 1

PERCEÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) E SENSACÃO TÉRMICA (ST)

Com relação ao teste de corrida de 12 minutos a PSE foi 14,2 +/-2,1 e 14,4 +/-1,7, correspondendo, na tabela de Borg, o valor 13 ligeiramente cansativo e 15 cansativo. A ST foi 9,27 +/-1,4 e 9,56 +/-1,5, sendo o valor 9 correspondente à observação ligeiramente quente e 11 quente.

Por ocasião da marcha todas as diferenças foram significativas em termos de percepção de esforço, havendo um incremento de 1,93 para FA e 1,18 para CA, entre o início e o final da marcha.

Os valores de percepção subjetiva de esforço nos indicam que a tropa, após a conclusão do movimento, estava em condições de cumprir qualquer missão, pois o valor 14,0, na tabela de Borg, indica uma observação entre ligeiramente cansativo (13) e cansativo (15).

Com relação à ST houve um incremento do início ao final para FA de 0,41 e um decréscimo para CA de 0,34. Todas as diferenças foram significativas e estão apresentadas na TABELA 8 e nas FIGURAS 2 e 3.

LACTATO E GLICOSE NO SANGUE

Os níveis de lactato para os dois grupos foram bastante baixos. No alto 4 (16Km), os valores foram 1,52 +/-0,89 e 1,30 +/-0,58. No final da marcha os valores foram ainda menores: 1,16 +/-0,48 e 1,04 +/-0,23. As diferenças entre os grupos não foram significativas.

Poucos estudos de medição de lactato em atividade de longa duração foram executados até hoje. Os resultados encontrados confirmam a literatura. Para KAY & SHEPHARD (1969), o lactato sanguíneo começa a acumular no sangue arterial em esforços entre 50 e 70% do VO_2 Max, e em esforços entre 60 e 70% é comum o lactato se elevar no início e retornar a valores de repouso na continuidade da atividade.

Os níveis de glicose no sangue foram normais para todas as situações. Antes da partida, após tomar o café da ma-

nhã, os valores foram 105,1 +/-38,0 e 109,75 +/-13,5. Apesar de o café da manhã ter sido tomado antes do teste, os valores encontrados estavam dentro de uma normalidade para pessoas em jejum. Após 16 km, ou seja, no alto 4, os valores caíram para 85,3 +/-8,6 e 88,5 +/-7,3. O decréscimo dos grupos atingiu valores muito próximos.

Após o alto-4 toda a Cia parou por 1 hora, recebeu café com leite e açúcar (540 gramas) e um pão com margarina (50 gramas) e prosseguiu no movimento. Ao final da marcha os valores foram 85,2 +/-14,9 e 82,2 +/-9,1. As diferenças em cada situação não foram significativas. A TABELA 9 apresenta os resultados de glicose, lactato no sangue e hematócrito.

TABELA 8

RESULTADOS DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO E SENSÇÃO TÉRMICA						
	Alto-1	Alto-2	Alto-3	Alto-4	Alto-5	Final
Grupos	PSE-ST	PSE-ST	PSE-ST	PSE-ST	PSE-ST	PSE-ST
FA	12,8,1 2,0-1,3	12,7-8,1 2,0-1,6	13,1-8,4 2,0-1,8	13,7-8,4 2,0-1,8	13,6-8,4 2,0-1,5	14,0-8,5 2,2-1,6
CA	9,7-7,1 2,0-1,1	10,0-7,1 2,1-1,1	10,8-7,4 2,2-1,5	11,2-6,3 2,4-2,1	10,8-6,5 2,2-1,4	10,9-6,8 2,2-1,7

Todas as diferenças entre FA e CA são significativas para $p < 0,05$

n=70

TABELA 9

RESULTADOS DE LACTATO SANGÜÍNEO, GLICOSE E HEMATÓCRITO

Grupo	Lactato		Glicose			Hematócrito		
	Alto-4	Final	Inicial	Alto-4 - Final		Inicial	Alto-4 - Final	
FA	1,52 0,89	1,60 0,48	105,1 * 38,0	85,3 8,6	85,2 14,9	51,7 * 3,3	52,3* 2,8	51,1 3,3
CA	1,30 0,58	1,04 0,23	109,7 13,5	88,5 7,3	82,2 9,1	47,9 * 3,9	49,3 * 3,8	4,6 3,0

* Diferença significativa para $p < .05$

N=15

Para o hematócrito, os valores antes de iniciar o movimento foram 51,7 +/-3,3 e 47,9 +/-3,9. No alto 4 os valores foram 52,3 +/-2,8 e 49,3 +/-3,8, demonstrando uma pequena perda hídrica para FA e CA, mesmo recebendo água à vontade. Na partida e no alto 4 os resultados foram significativamente diferentes.

Ao final do movimento, FA e CA obtiveram, respectivamente, 51,1 +/-3,3 e 49,6 +/-3,0, diferenças significativas. Verificamos um pequeno decréscimo do valor de FA em relação ao valor anterior, evidenciando uma melhor hidratação e um pequeno acréscimo do valor de CA, mostrando uma pior hidratação. Os resultados estão apresentados na TABELA 9, juntamente com os resultados de glicose e lactato.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho foi extremamente útil no sentido de coletar e analisar dados de uma tropa que desempenha atividade operacional de longa duração. Aliado à isto, o grande número de executantes do movimento e de dados coletados, demandaram a preparação de uma grande equipe de pesquisadores, que executaram as suas tarefas coordenadamente. Criamos, assim, um grupo de pessoas prontas para iniciarem as atividades de avaliação, coleta, manipulação, tratamento estatístico e interpretação de dados.

A FC média foi de 56,8 e 51,8% da máxima, calculada pela fórmula 220-idade, para os grupos FA e CA. A frequência cardíaca aumentou entre o início e o final do movimento, 15 e 13 Bpm, para FA e CA.

Quanto à temperatura sublingual, em apenas dois altos as diferenças foram significativas. As médias não tiveram incremento do início ao final da marcha.

As taxas de sudorese foram 3,37 +/-0,34 e 2,68 +/-0,56 litros, significativamente diferentes e bastante elevadas, representando 5,18 e 4,15% de perda do peso corporal, demonstrando que a reidratação tem que ser feita mesmo em dia frio e chuvoso.

As diferenças de FA e CA em termos de ST e PSE foram significativas em todos os altos. Ao final, a PSE de FA era 14,0 (2,2), entre ligeiramente cansativo (13) e cansativo (15), indicando estar a tropa pronta para cumprir qualquer missão.

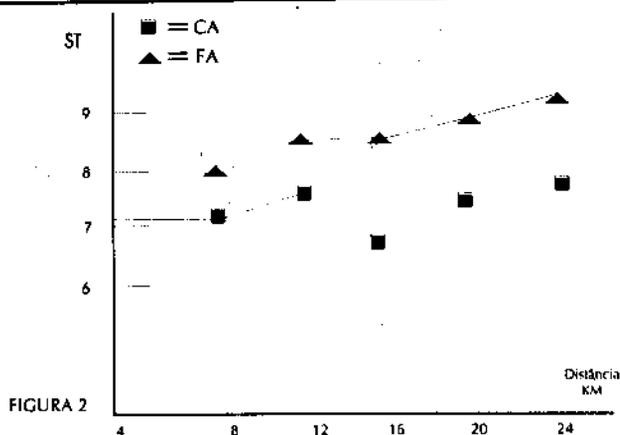


FIGURA 2 - Gráfico de sensação térmica durante a marcha

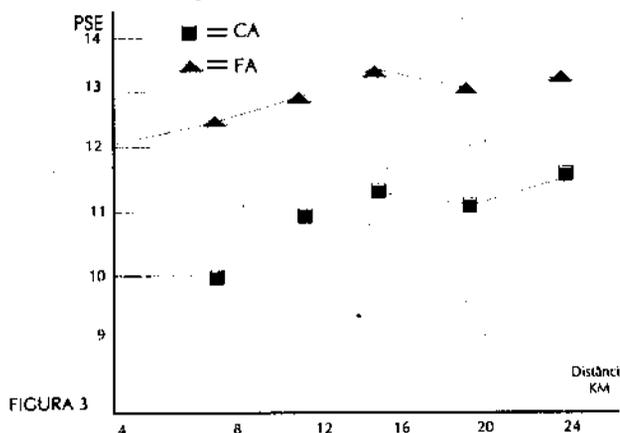


FIGURA 3 - Gráfico da percepção subjetiva de esforço durante a marcha

Os níveis de lactato se apresentaram bem baixos e sem diferenças entre os dois grupos.

Os níveis de glicose foram normais e as diferenças não foram significativas entre os grupos. O pequeno lanche mostrou-se eficiente na recuperação da glicose sanguínea, pois os valores iniciais foram obtidos após o café da manhã (105,1 +/-38,0 e 109,7 +/-13,5) e na chegada os valores estavam próximos dos obtidos antes do lanche, após quatro horas de marcha (85,2 +/-14,9 e 82,2 +/-9,1). Estes resultados nos apresentam evidências de que é importante que seja servida uma refeição, mesmo que pequena, para manutenção dos níveis de glicose sanguínea.

O resultado do hematócrito indica que CA, apesar de ter executado a marcha de calção e ter consumido água à vontade, obteve uma desidratação considerável pois bebeu menos água, verteu mais urina e ainda obteve

valores crescentes do hematócrito. FA, apesar de um maior percentual de perda hídrica, não aumentou os valores do hematócrito durante a marcha.

A companhia completa, com seus 167 homens, devidamente fardada e equipada, consumiria 148 litros, em condições climáticas semelhantes.

A intensidade do trabalho mostrou-se coerente para a tropa, exceto para o Sub Ten de idade 46 anos, percentual de gordura de 21,2%, capacidade aeróbica máxima de 28,9 Ml de 2, ou seja 1800 metros percorridos durante o teste de corrida de 12 minutos. Executou a marcha a uma frequência cardíaca média de 139,5 Bpm, representando, em termos de percentual da frequência cardíaca máxima 80,2%, situado dentro da faixa aeróbica indicada para corrida e não para marcha de seis horas de execução. Os valores da FC variaram de 131 (alto 3) a 146 (final). Entre o alto 1 e o final houve um acréscimo de 11 Bpm.

O fardamento e o equipamento representam um estresse físico e térmico considerável, pois o grupo fardado obteve frequência cardíaca 5% maior, maior temperatura sublingual, maior taxa de desidratação, maior percepção subjetiva de esforço e de sensação térmica. O peso transportado, em média, foi de 16,2kg, somando o uniforme, armamento, equipamento e mochila aliviada, com todo material para acampamento (sem munição de dotação).

O grupo mostrou-se bastante homogêneo, sugerindo a execução de trabalhos futuros com grupos menores.

Outros trabalhos, em dias de temperatura mais elevada e com grupos menores, devem ser executados, utilizando sonda retal para medir a temperatura interna. Deste modo, teremos uma maior abrangência de informações sobre as respostas fisiológicas de tropa executando marcha. É necessário também um trabalho específico para a pesquisa de um maior número de pessoas de faixa etária mais elevada e/ou baixa capacidade aeróbica, para concluir a respeito do nível mínimo da capacidade aeróbica que a marcha pode ser executada sem prejuízos para a saúde.

Importante também executar trabalhos coletando dados de marchas operacionais, por exemplo, a marcha para o combate e a marcha executada pelo Batalhão de Forças Especiais.

PARTICIPANTES DO PROJETO

Chefe do Instituto de Pesquisa

TCel Mauro A. Félix da Silva

Coordenador do Projeto

Maj João Carlos Dias

Orientador do Projeto

Dr. Emerson Silami Garcia da

Escola de Ed. Física- UFMG

Bioquímico

Cap Daniel Albach

ST Antônio Carlos da S. Barbosa

Estatístico

Sr Rogério Ferreira Emygdio

Auxiliares de Execução

Sgt Nilton Rodrigues Filho

Sgt Josemir S. Rebouças da Costa
 Sgt Dittmar Egon Musskopf
 Sgt Ricardo Correa Neves
 Sgt Francisco de Assis G. Batista
 Sgt Paulo Sérgio Nascimento
 Sgt Marivaldo Batista de Souza
 Sgt Fábio Alves Machado

AGRADECIMENTOS

Ao Doutor Emerson Silami Garcia, professor titular da Escola de Educação Física da UFMG, orientador, e a todos os profissionais do Centro que tornaram este trabalho possível.

Aos militares do 2º BIMTZ (Es) da 9ª Bda Inf Mtz (Es), pela prestimosa cooperação em todas as fases do trabalho.

Aos militares do Campo de Instrução de Gericinó, pelo eficiente apoio em termos de preparação da estrutura do local da coleta de dados.

À Empresa Láctea Aparelhos Científicos, sediada em São Paulo, pelo empréstimo do analisador de lactato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOLPH, E. F. AND ASSOCIATES. (1947). *Physiology of man in the desert*. Interscience. In Pandolf, K.B., Sawka, M.N., Gonzales, R.R. (1988) *Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes*. Indianapolis: Benchmark Press Inc.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. (1984). *Position stand on prevention of thermal injuries during distance running*. *Medicine Science Sports Exercise*, 16 IX-XIV.

ARMSTRONG, L. E. HUBBARD, R. W. JONES, B. H. DANIELS, J. T. (1986). Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1984 olympic marathon. *The Physician and Sports Medicine*, 14, 3.

BORG, G.A.V. & NOBLE, B.J. (1974). *Perceived exertion*. *Exercise and Sport Science Review*, 2 131-153.

CLARK, R. P. & EDHLON, O. G. (1985). *Man and his thermal environment*. London: Edward Arnold Publishers.

CONVERTINO, V. A. (1987). *Fluid shifts and hydration state: Effects of long-term exercise*. *Canadian Journal of Sport Science*, 12 1 136-138.

COOPER, KENNETH, (1972). *Capacidade Aeróbica* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Forum.

COSTILL, D. L.; COTE, R. & FINK, W.. (1976) *Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man*. *Journal of Applied Physiology*, 40 6-11.

CRAIG, F. N. & CUMMINGS, E. G. (1966) *Dehydration and muscular work*. *Journal of Applied Physiology*, 21 2 670-674.

EDELMAN, I. S. & LIEBMAN, J. (1959). *Anatomy of body water and electrolytes*. *American Journal of Medicine*, 22 256-277.

FISHER, A. G. & JENSEN, C. R. (1990). *Scientific basis of athletic conditionings- environmental factors* (3ª ed.). London: Lea & Febiger.

GISOLFI, C. V. & COPPING, J. R. (1974). *Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat*. *Medicine Science Sports*, 6 108-113.

GREENLEAF, J. E. (1979). *Hyperthermia and exercise* in Robertshaw, D. *International Review of Physiology*, 20 157-208.

GREENLEAF, J. E. & HARRISON, M. H. (1986). *Water and electrolytes*. In Layman, D. K. *Nutrition and aerobic exercise*, American Chemical Society, Washington, 107-124, 1986. In Greenleaf, J. E. *Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration*. *Medicine Science Sports Exercise*, 24 6 645-656.

HANSON, P. G. (1979). *Heat injury in runners*. *The Physician and Sports Medicine*, 7 6 91-96.

HARDY, J. & DUBOIS, E. F. (1938). *The technic of measuring radiation and convection*. *The Journal of Nutrition*, 15 5 461-475.

HARRISON, M. H.; EDWARDS, R. J. & LEITCH, D. R. (1975). *Effect of exercise and thermal stress on plasma volume*. *Journal of Applied Physiology*, 39 6 925-931.

HARRISON, M. H. (1985). *Effects of thermal stress and exercise on blood volume in humans*. *Physiology Reviews*, 65 1 149-209.

HARRISON, M. H. (1986). *Heat and Exercise - Effects on blood volume*. *Sports Medicine*, 3 3 214-223.

HAYMES, E. M. & WELLS, C. L. (1986). *Environment and human performance*. Champaign: Human Kinetics Publishers, IL.

KAY, C. & SHEPHARD, R. J. (1969). *On muscle strength and the threshold of anaerobic work*. *International Z. Angew. Physiology*, 27 311-328.

KEREN, G. SHONFELD, Y. & SOHAR, E. (1980). *Prevention of damage by sport activity in hot climates*. *Journal of Sports Medicine*. 20 452-459.

KOLKA, M. A.; STEPHENSON, L. A. & WILKERSON, J. E. (1982). *Erythrocyte indices during a competitive marathon*. *Journal of Applied Physiology*, 52 168-172.

MAUGHAN, R. (1987). *Fluid loss, electrolyte and physical performance*. *Sports*, april.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. F.; & KATCH, V. L. (1992). *Fisiologia do exercício*. Energia, nutrição e desempenho humano (3ª ed.). Rio de Janeiro: Koogan.

MCSWINEY, B. A. & SPURRELL, W. R. (1933). *The influence of osmotic pressure on the emptying time of the stomach*. *Journal of Physiology London*, 79 437-442.

NADEL, E. R. (1977). *A brief overview*. In Nadel, E.R. (Ed.) *Problems with temperature regulation during exercise*, New York: Academic.

PANDOLF, K. B.; SAWKA, M. N. & GONZALES, R. R. (1988). *Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes*. Indianapolis: Benchmark Press.

PARIZKOVA, J. & BUZINKOVA, P. HUM, BIOL., 16:43, 1971. In Parizkova, J. (1982) *Gordura Corporal e Aptidão Física*. Rio de Janeiro: Guanabara.

PITTS, G. C.; JOHNSON, R. E. & CONSOLAZIO, F. C. (1944). *Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose*. *American Journal of Physiology*, 142 253-259.

PUGH, L. G. C. (1967). *Rectal temperatures, weight, losses and sweat rates in marathon running*. *Journal of Applied Physiology*, 23 347-352.

SALTIN, B. & COSTILL, D. L. (1988). *Fluid and electrolyte balance during prolonged exercise*. In Horton, E. S. & Terjung, R. L. (1988) *Exercise nutrition and metabolism*. New York: Macmillan.

SAWKA, M. N.; KNOWLTON, R. G. & GLASER, R. G. (1980). *Body temperature, respiration and acid-base equilibrium during prolonged running*. *Medicine Science Sports Exercise*, 12 370-374.

SAWKA, M. N. (1992). *Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation*. *Medicine Science Sports Exercise*, 4 (6) 657-670.

SAWKA, M. N. & GREENLEAF, J. E. (1992) *Current concepts concerning thirst, dehydration, and fluid replacement: overview*. *Medicine Science Sports Exercise*, 24 (6) 643-644.

SHARKEY, B. J. (1990). *Physiology of fitness* (3ª ed.) Champaign: Human kinetics Books.

SOHAR, E. (1965). *Heat and water balance during physical effort in hot climate*. *Mada*, 10 187-193.

SUTTON, J. R. (1984). *Heat illness*. In *Sports Medicine*. Richard H. Strauss Editor, W. B. Saunders Company.

WILLIAMS, M. H. (1985). *Nutritional aspects of human physical and athletic performance* (2ª ed.). Charles C. Thomas. Publisher.