

Acidentes Térmicos, o que Todo Desportista Deve Saber

Cap Cav Jorge Roberto Ehrlich de Miranda - Instrutor da EsEFEx

1. INTRODUÇÃO

O estudo do assunto em questão teve grande impulso na década de 60, quando faculdades norte-americanas realizaram pesquisas sobre mortes de jogadores de futebol americano causadas por acidentes térmicos.

Fox e Mathews sintetizaram os casos relatados nas pesquisas de jogadores de futebol americano e nos mostram íntima relação existente entre temperatura alta com umidade relativa do ar também elevada e a ocorrência de intermação, que é um caso grave de acidente térmico.

Qualquer indivíduo que tenha participado de uma atividade física quando a temperatura estava elevada já sentiu o desconforto e o desgaste prematuro provocados. Quando a atividade física é realizada em clima quente ocorrem várias adaptações fisiológicas que terminam por provocar grande perda de água do organismo. Isto se torna mais grave quando o calor for úmido, comum em várias regiões do território brasileiro, o que nos faz sentir uma sensação de "abafamento" característica.

Tudo isso é sabido. O que porém não é do conhecimento da grande maioria dos atletas são os efeitos gravíssimos que poderão ocorrer quando o organismo perde uma quantidade excessiva de líquido. Também são desconhecidas as medidas para a prevenção dos acidentes térmicos, que são:

- a identificação no atleta dos sintomas do problema; e
- os primeiros socorros.

Estes casos são os fatores que motivaram a presente pesquisa, a qual tem as seguintes finalidades:

- salientar a importância do assunto;
- sugerir tabelas de reposição de água e da relação "tempo de esforço/tempo de repouso" para uso na preparação física, embasadas no conhecimento científico já disponível sobre o assunto;
- divulgar a identificação dos sintomas e as medidas de primeiros socorros para tratamento dos acidentes térmicos; e
- divulgar conhecimentos sobre a medida da umidade relativa do ar.

Resta ainda salientar que, infelizmente, a divulgação do problema dos acidentes térmicos já se faz em hora tardia, já que alguns companheiros pagaram com a própria vida o descaso para este assunto.

2. EQUILÍBRIO TÉRMICO - FENÔMENOS FÍSICOS

a. Transferência de Calor

Existe um sistema termorregulador no organismo humano que procura manter a temperatura interna do corpo em aproximadamente 37°C. Tal sistema é involuntário e funciona, muitas vezes, sem que nós o percebamos, já que a todo instante estão ocorrendo trocas de calor. As formas de transferência de calor são as seguintes:

- radiação;
- condução;
- convecção; e
- evaporação.

1) Radiação

É a forma de transferência de calor através de ondas eletromagnéticas. Neste caso, há contato físico entre os dois corpos. Ao ficarmos no sol, em um dia de inverno, sentimos que o nosso corpo se aquece apesar do ar frio. Isto se dá, através dos raios solares que atingem nosso corpo, aquecendo-o.

2) Condução

É a forma de transferência de calor por contato direto. Ao entrarmos em uma piscina de água fria cedemos calor para água por condução. Certas substâncias, por serem melhores transmissoras de calor, facilitam essas trocas. A água, por exemplo, conduz melhor o calor do que o ar. Isso explica por que sentimos mais frio ao colocarmos a mão na água, apesar de a mesma estar com igual temperatura do ar ambiente; a maior perda de calor sensibiliza nossas terminações nervosas.

3) Convecção

É a transferência de calor feita através do movimento de uma substância aquecida. Por exemplo, um leque agindo sobre a superfície da pele retira o ar aquecido pelo corpo e o substitui por ar mais frio, causando a sensação de esfriamento.

4) Evaporação

Para um líquido se transformar em vapor há necessidade de que seja fornecido calor. Assim, sempre que houver evaporação do suor, o corpo cederá calor para que a reação aconteça. Este é o processo fundamental de perda de calor no ser humano.

Quando realizamos longas séries de exercícios e transpiramos profusamente, nossos corpos só se esfriarão quando o suor se evaporar; isto é, quando se transformar em vapor na superfície da pele. Se o suor não evaporar e apenas cair no chão, não se observa nenhum esfriamento do corpo.

b. Transferência de Calor no Ser Humano

Na figura 1 é mostrado como ocorrem as transferências de calor num indivíduo que executa uma atividade física constante de 250 kcal/h, em várias temperaturas ambiente.

Observando os dados do gráfico, tomemos alguns exemplos:

1) Temperatura ambiente a 15°C – o corpo cede calor ao meio ambiente principalmente por condução e por convecção, o que já é suficiente para a liberação do calor produzido; a transferência de calor por evaporação é mínima.

2) Temperatura ambiente a 37°C – o corpo já não consegue ceder calor ao ambiente por condução, convecção ou radiação, pois a temperatura externa é a mesma. Neste caso, a única forma de fazer com que a temperatura do organismo se mantenha constante, apesar da elevação do calor interno provocada pelo exercício, é através da evaporação do suor que foi produzido.

Isto ilustra a importância da evaporação nos climas quentes e os problemas que são causados quando esta evaporação é impedida por roupas pesadas ou artifícios ditos "emagrecedores", como agasalhos plásticos, etc.

c. Umidade Relativa do Ar (URA)

A umidade relativa do ar é um fator ambiental muito importante para a dissipação de calor durante o exercício. Em geral, os acidentes térmicos acontecidos estão associados a uma alta taxa de umidade relativa do ar.

1) Conceito

O vapor d'água é um dos gases que compõem a atmosfera. Ele pode participar dessa mistura numa concentração que varia de 0% a 100%. O percentual zero indica que para qualquer quantidade de água que evapore, transformando-se em vapor, haverá uma quantidade correspondente de vapor que se condensará, transformando-se em água. Assim, dependendo de sua concentração, ou pressão parcial, haverá uma maior ou menor evaporação de água. A figura 2 mostra três situações diferentes da URA.

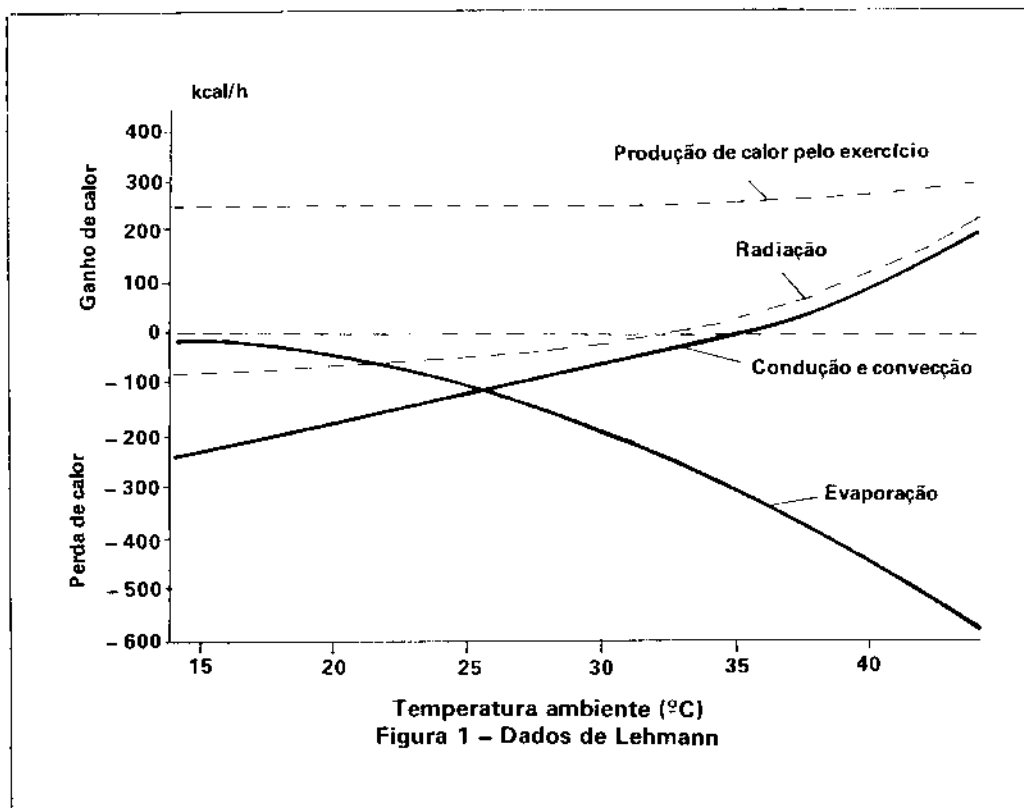


Figura 1 – Dados de Lehmann

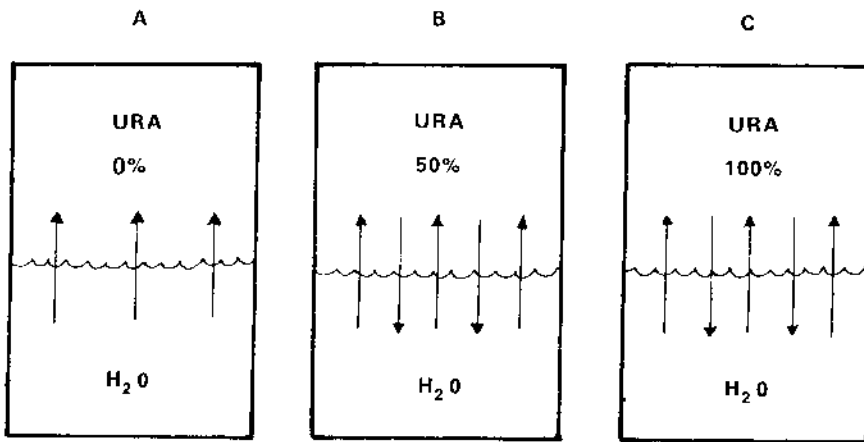


Figura 2

a) No primeiro caso (fig. 2 A) a pressão parcial do vapor d'água é zero. Em contato com o ar atmosférico a água evapora com facilidade. A umidade relativa do ar é 0%.

b) No segundo caso (fig. 2 B) a pressão parcial do vapor d'água está mais elevada. Ao mesmo tempo que ocorre a evaporação, parte do vapor d'água se condensa, logo o total evaporado é menor. A umidade relativa do ar é de 50%.

c) No terceiro caso (fig. 2 C) o ar está saturado de vapor d'água. A quantidade de água que se evapora é a mesma que se condensa. Em termos práticos não ocorre a evaporação. A umidade relativa do ar é 100%.

3. SISTEMA DE TERMORREGULAÇÃO

a. Componentes do Sistema

A finalidade do sistema termorregulador é manter a temperatura corporal interna em torno de 37°C. Para esse controle o sistema dispõe dos seguintes componentes:

- sensores térmicos;
- efetores térmicos; e
- centro termorregulador.

1) Sensores Térmicos

São os órgãos que sentem as mudanças de temperatura. Os sensores térmicos localizam-se em duas áreas:

- no hipotálamo; e
- na pele.

Em ambas as regiões existem tanto sensores de frio como de calor. Os sensores da pele informam sobre a temperatura ambiente e os sensores do hipotálamo medem a temperatura do sangue arterial, temperatura interna.

2) Efetores Térmicos

São os órgãos que respondem aos estímulos emitidos pelos mecanismos de comando do organismo. São os executores das alterações orgânicas que garantirão o equilíbrio térmico.

Os órgãos efetores térmicos são:

- músculos esqueléticos - promovem calafrios (tremedeiras) em ambientes frios;

- músculos lisos - responsáveis pela abertura dos vasos sanguíneos (vasodilatação) e pelo seu fechamento (vasoconstrição);

- glândulas sudoríparas - em

número de 3 milhões, estão mais concentradas nas palmas das mãos, solas dos pés, pescoço e tronco; promovem a sudorese; e

- glândulas endócrinas - a tireóide, as supra-renais, a hipófise e o córtex adrenal produzem hormônios capazes de promover alterações orgânicas que irão modificar a temperatura corporal.

3) Centro Termorregulador

Está localizado no hipotálamo e tem a função de manter a temperatura do organismo na faixa dos 37°C, operando de forma idêntica a um termostato.

b. Ajustamento ao Calor

Quando a temperatura interna se eleva, o centro termorregulador coordena várias ações visando maior liberação de calor do organismo. São elas:

- vasodilatação periférica;
- transpiração (sudorese); e
- produção hormonal.

1) Vasodilatação periférica

A vasodilatação periférica é o atrouxamento da musculatura lisa que envolve as arteríolas que chegam à pele, permitindo um maior fluxo sanguíneo àquela região.

As modificações no fluxo sanguíneo causadas pela vasodilatação periférica fazem com que 15% a 25% do débito cardíaco passem pela pele. O objetivo é permitir que haja maior troca de calor entre a pele e o sangue, já que normalmente a pele, por estar em contato com o ar, tem uma temperatura menor que a temperatura interna.

Podemos comparar esse processo ao sistema de refrigeração da água de um automóvel, onde o radiador seria a pele e a água circulante seria o sangue. A água (sangue) se aquece ao passar pelos órgãos internos do motor (músculos)

e se resfria quando atinge o radiador (pele).

2) Transpiração (sudorese)

É a principal defesa contra o calor excessivo. Quando a temperatura interna aumenta ocorre liberação de suor pelas glândulas sudoríparas.

O suor é uma solução salina hipotônica, isto é, tem uma concentração de eletrólitos (0,2 – 0,4% de NaCl) menor do que os líquidos orgânicos. Isto quer dizer que quando suamos a concentração de eletrólitos nos líquidos orgânicos fica mais elevada. Esta é a principal razão pela qual não se deve ingerir sal durante uma atividade física prolongada, sem a necessária ingestão de uma quantidade proporcional de água, pois uma modificação na concentração de eletrólitos poderá causar alterações cardíacas.

A maneira pela qual o suor esfria o corpo é através da evaporação da água. Um litro de água evaporada consegue liberar cerca de 580 kcal. A quantidade de suor

produzido depende de alguns fatores tais como:

- superfície corporal exposta ao ar;
- composição corporal;
- temperatura ambiente e umidade relativa do ar (URA); e
- correntes de convecção (vento).

Do que foi mostrado até o momento, merecem ser salientados, pela sua importância, os seguintes conceitos:

- não é o suor que esfria a pele e sim sua evaporação; e
- o organismo produz suor em função da elevação de sua temperatura interna.

3) Produção Hormonal

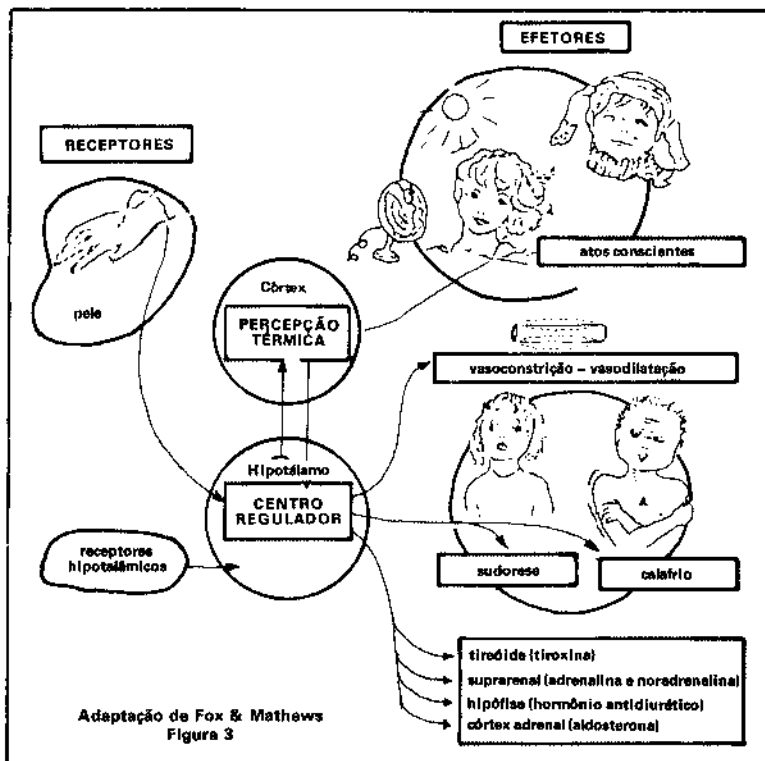
Além dos ajustes citados nos itens anteriores existe uma maior produção de determinados hormônios visando adaptar o organismo ao ambiente quente. Podemos citar, como exemplo de ajuste hormonal que acontece nos ambientes com temperaturas elevadas, a liberação do hormônio antidiurético

pela hipófise, tornando a urina mais concentrada. Este procedimento visa economizar água que está sendo utilizada pelas glândulas sudoríparas para a manutenção do equilíbrio térmico.

4) Conclusão

A figura 3 resume o funcionamento do sistema de termorregulação. Nele podemos observar que o organismo utiliza os receptores ou sensores térmicos, cutâneos e hipotalâmicos para fornecer informes ao hipotálamo, que é o centro termorregulador. O hipotálamo analisa os dados e passa para o córtex cerebral, que controla nossos atos conscientes. Assim, no frio iremos procurar nos agasalhar e no calor procuraremos um lugar ventilado. O hipotálamo promove ainda alterações involuntárias, como por exemplo:

- modificações no fluxo sanguíneo (vasoconstrição ou vasodilatação);
- a sudorese;
- os calafrios; e
- a produção de hormônios.



4. ATIVIDADE FÍSICA NO CALOR

Os efeitos do calor ambiente no organismo são ampliados durante a atividade física, devido ao aumento do metabolismo que produz calor. Porém, ao executar o exercício, o organismo sofre uma série de modificações que visam facilitar a dissipação desse calor produzido. Estas modificações, que têm o efeito benéfico de permitir a manutenção da temperatura corporal dentro da estreita faixa compatível com a vida, podem alterar o desempenho e, após determinado tempo, provocar a ocorrência de acidentes térmicos.

a. Alterações fisiológicas

Analisaremos a seguir alguns fatores fisiológicos que se alteram durante o exercício no calor e que nos ajudam a compreender a causa dos acidentes térmicos e a importância das medidas de prevenção.

Serão analisados os seguintes fatores:

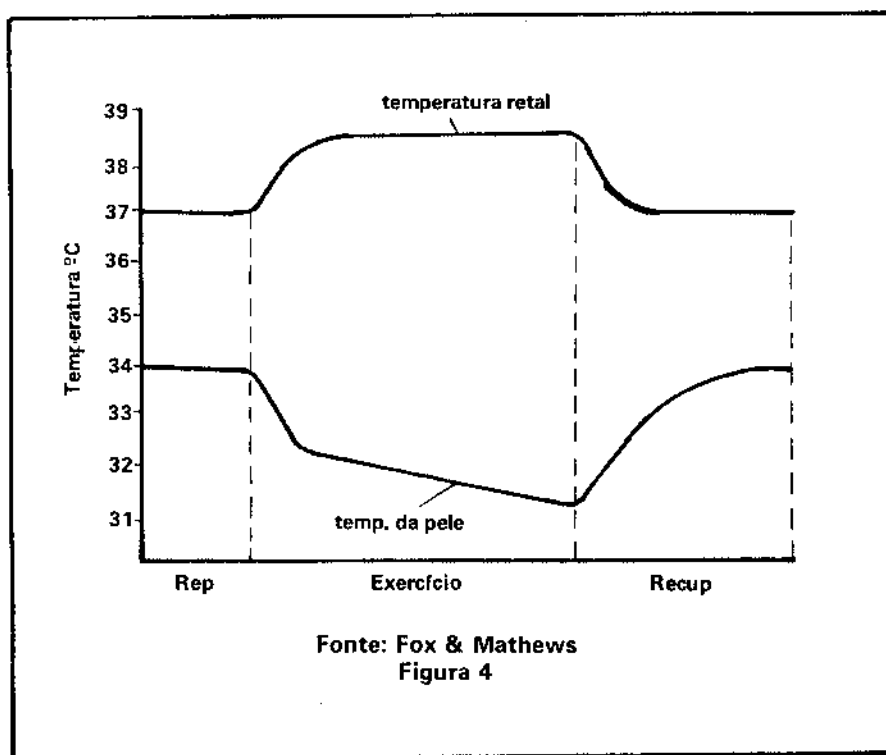
- temperatura interna e da pele; e
- sudorese.

1) Temperatura interna e da pele

Durante o exercício, a temperatura aumenta como consequência da maior demanda no metabolismo energético. É importante ressaltar que a temperatura interna está relacionada com a intensidade do exercício e não com a temperatura ambiente.

Contrariamente à interna, a temperatura da pele diminui durante a atividade física. Essa constatação pode ser explicada pela evaporação do suor que, ao ceder calor para o ambiente, faz baixar a temperatura da pele.

A figura 4 mostra o efeito de uma corrida de 60 minutos a 25°C ambiente e 35% de URA sobre a temperatura da pele e a interna.



Outros fatores, além da atividade física, influem na temperatura interna e da pele. Analisaremos três deles:

- a temperatura ambiente;
- a umidade relativa do ar (URA); e
- o déficit de água (desidratação).

a) Temperatura ambiente

A temperatura ambiente interfere indiretamente na temperatura interna e da pele. Quanto maior for a temperatura ambiente e menor a diferença entre esta e a temperatura da pele, tanto mais reduzida será a quantidade de calor dissipada pelo organismo por radiação, condução e convecção.

b) Umidade Relativa do Ar (URA)

O aumento da URA dificulta a evaporação do suor e com isso a perda de calor. Dessa forma, a temperatura da pele não se reduzirá muito, dificultando a dissipação do calor interno produzido durante a realização de exercícios físicos.

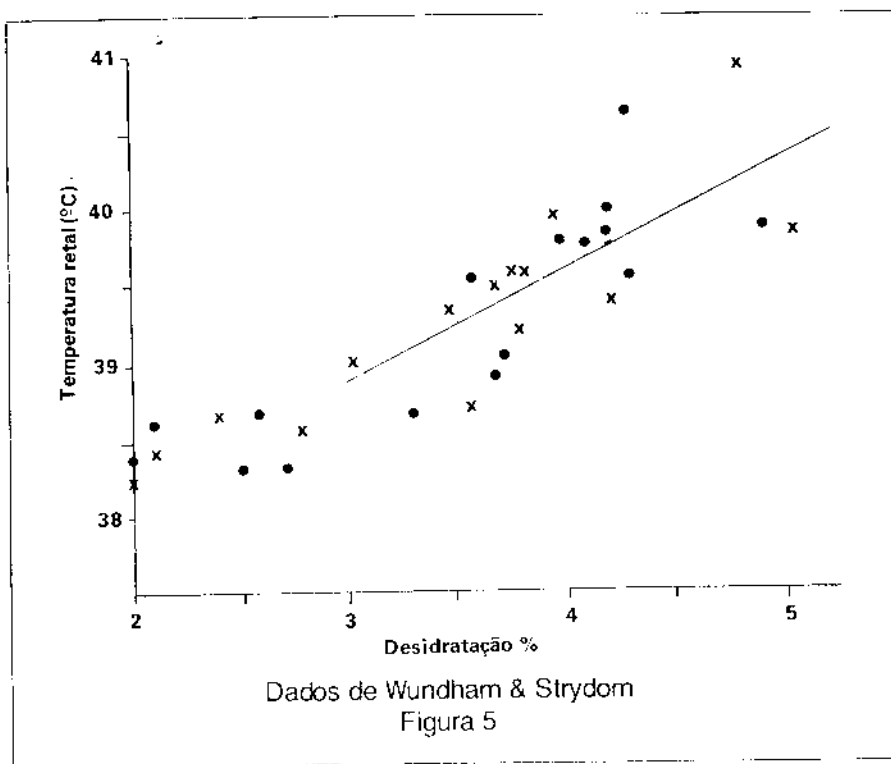
c) Déficit de água

Quanto mais desidratado estiver o indivíduo mais elevada estará sua temperatura interna conforme podemos observar na figura 5, onde é mostrada a temperatura retal (interna) de vários indivíduos que terminaram uma maratona com diferentes graus de desidratação.

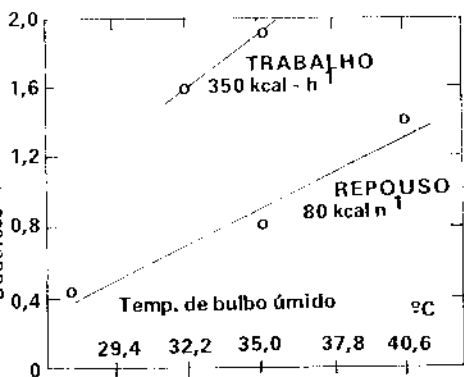
Observação: A desidratação percentual é calculada multiplicando-se o peso perdido durante a corrida por cem e dividindo-se este total pelo peso do indivíduo hidratado.

2) Sudorese

O aumento da sudorese está diretamente relacionado com o aumento da URA. A figura 6 mostra



que, quando aumenta a temperatura do termômetro de bulbo úmido, principal indicador da URA, existe um correspondente aumento da sudorese, tanto em repouso como durante a atividade física.



Dados de Lampietro
Figura 6

Além da URA, a sudorese depende da(o):

- temperatura interna;
- intensidade do exercício; e
- uniforme utilizado.

Durante um trabalho intenso um indivíduo pode liberar até 3 litros

de suor/hora. Em um dia pode haver a perda de até 12 litros. (Leithhead).

b. Perda e Reposição de Água

1) Perda de Água

A desidratação ou perda de água é o principal elemento causador dos acidentes térmicos.

Devido à importância do assunto é interessante sabermos como controlar o grau de desidratação.

Felizmente, uma maneira de realizarmos um relativo controle da desidratação é bem simples e só necessita de uma balança. Para isso devemos nos pesar antes e após a atividade física, dividindo o valor encontrado após a atividade física pelo peso inicial e multiplicando este resultado por 100; desta maneira determinaremos, de forma aproximada, o percentual de desidratação.

Os efeitos da desidratação são:

- 1% - aumento da temperatura interna e sede;

- 2/3% - redução de cerca de 10% no desempenho aeróbico e aumento da sede;

- 4/6% - redução de cerca de 20% no desempenho aeróbico, sede, fraqueza e irritabilidade; e

- mais de 6% - além dos dados anteriores, um enfraquecimento generalizado (físico e mental).

2) Reposição de Água

Tendo em vista os efeitos indesejáveis da desidratação, a reposição de água, durante a prática de exercícios físicos, deve ser recomendada para todos os níveis de atletas. Os elementos responsáveis pela preparação física deverão se esforçar para que todos os atletas tenham a sua disposição farta quantidade de água.

A seguir serão indicados os procedimentos para que seja reposta a água durante uma atividade física intensa.

a) Oportunidade

Aproximadamente 30 min. antes da atividade deve ser ingerido 400 a 600ml (dois copos) de água para evitar um percentual de desidratação inicial.

Durante o exercício recomenda-se ingerir 250 ml. (um copo) a cada 10 ou 15 min.

b) Quantidade

O estômago só consegue absorver até 800ml/h durante o exercício. O esvaziamento gástrico é acelerado à medida que aumentamos o volume de líquidos no estômago, até o limite de 600ml.

A SIMPLES INGESTÃO DE ÁGUA PARA "MATAR A SEDE" (AD LIBITUM), EM ALGUNS CASOS, NÃO É SUFICIENTE PARA MANTER O EQUILÍBRIO HÍDRICO.

A figura 7 mostra o efeito na temperatura interna de diferentes formas de reposição de água durante uma caminhada prolongada.

c) Temperatura

Os estudos sobre absorção dos líquidos indicam que os líquidos gelados (5°C) são esvaziados pelo estômago numa velocidade muito maior do que os líquidos na temperatura do corpo.

c. Outras substâncias

1) Bebidas açucaradas

A ingestão de bebidas com glicose diluída pode retardar o esvaziamento gástrico e assim dificultar a reidratação do organismo. Concentrações acima de 6 gramas por cento já diminuem a velocidade de esvaziamento gástrico. Do ponto de vista prático, durante o exercício no calor, quando a necessidade de água supera muito a necessidade de suplementação glicídica, a glicose em solução dificulta o reabastecimento de água.

2) Perda e reposição de sal

A perda de sal, normalmente, não é o fator causador dos acidentes térmicos. A longo prazo, porém, a perda de sal na sudorese pode causar problemas no desempenho.

A falta de sal pode provocar os seguintes sintomas:

- câibras;
- ânsia de vômito;
- queda de pressão arterial; e
- colapso grave.

Durante uma atividade prolongada a quantidade de sal perdida pode chegar a 17g em um dia. Como a dieta normal fornece cerca de 8g diárias, podem ser fornecidos, nas refeições, comprimidos de sal ou mais algumas pitadas na comida.

Deve-se evitar fornecer comprimidos de sal, durante a atividade física, sem uma correspondente ingestão de água. Como já foi visto, apesar de haver perda de sal através do suor (0,2 - 0,4% de NaCl)

durante o exercício, a concentração salina nos líquidos orgânicos torna-se maior pois através do suor perdemos muita água e pequenas quantidades de sal. Nesse caso, a ingestão excessiva de sal pode provocar um acidente térmico, ao invés de preveni-lo.

d. Aclimação ao calor

O indivíduo que já está adaptado ao calor reage de maneira diferente à do recém-chegado a um clima quente.

1) Tempo necessário

O tempo normal para a adaptação ao calor é de cinco a oito dias executando exercícios de intensidade crescente.

Indivíduos bem condicionados aerobicamente aclimatam-se com maior facilidade.

Os efeitos da aclimação sofrem reversibilidade após 2 a 3 semanas.

2) Modificações fisiológicas

O indivíduo adaptado a temperaturas elevadas apresenta respostas diferentes, durante o exercício no calor, em relação ao indivíduo não adaptado. Algumas destas respostas são:

- maior sudorese;
- sudorese inicia-se mais cedo;
- menor concentração de sal no suor.

e. Efeito do uniforme

O uniforme é um fator importante no equilíbrio térmico, já que pode dificultar as transferências de calor.

A utilização de uniformes desportivos que dificultam a transpiração irá diminuir a área de contato da pele com o ar. Com isso, quando a temperatura ambiente e a URA forem elevadas, a evaporação

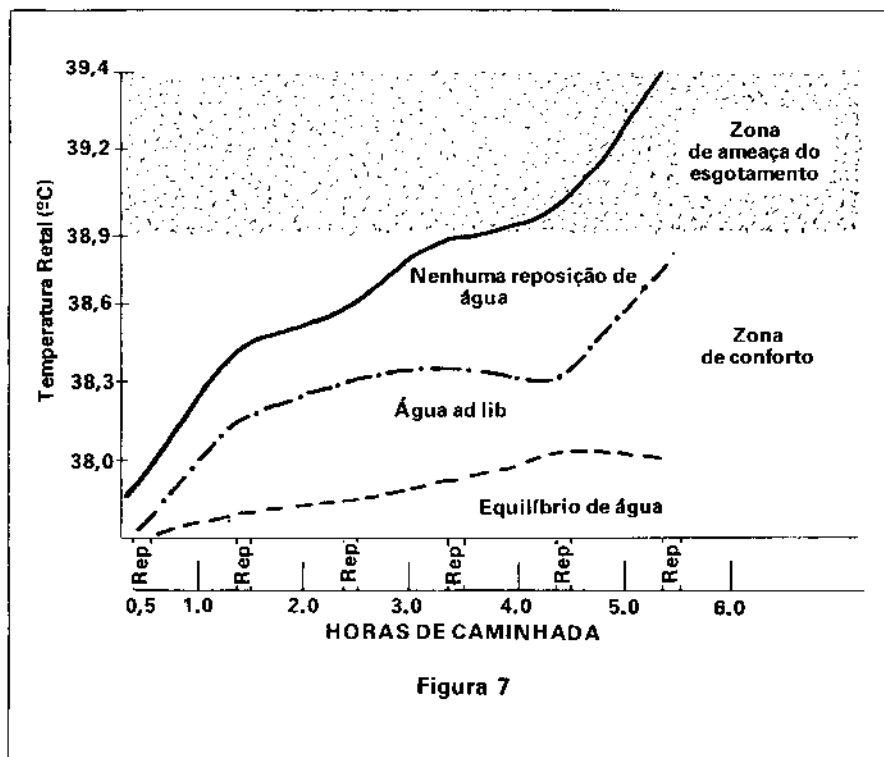


Figura 7

do suor só se dará quando a roupa estiver totalmente úmida.

Existem pesquisas realizadas com jogadores de futebol americano para se determinarem os efeitos do uniforme e do equipamento sobre a temperatura interna e da pele durante o exercício.

A figura 8 ilustra uma pesquisa realizada. Nos dois gráficos (temperatura interna e temperatura da pele) podemos observar em uma linha cheia a reação de um atleta ao realizar uma corrida de 30 min. a uma temperatura ambiente de 25°C e URA de 35% usando apenas short.

É interessante verificar o quanto o uso do uniforme, linha tracejada

(-.-), faz aumentar ambas as temperaturas e como a utilização de uma mochila de 6kg, linha tracejada (- - -), também aumenta a produção interna de calor.

Concluindo, acerca dos efeitos do uniforme sobre o sistema termorregulador, podemos dizer que:

- em clima quente e com URA elevada o sistema termorregulador sofre grande sobrecarga;
- quando o atleta está utilizando uniformes desportivos pesados, as dificuldades de ceder calor são ainda maiores;
- quando as duas situações acima ocorrem simultaneamente, existe grande probabilidade de acontecer um acidente térmico;
- os atletas devem usar cami-

sas de algodão ou linho, de mangas curtas, folgadas e de cores claras;

- é fundamental a reposição de água e o controle das condições ambientais (vide item 6 - Índices e Medidas).

5. ACIDENTES TÉRMICOS

Chamamos de acidentes térmicos aos problemas causados pela impossibilidade de se manter a temperatura interna. Podemos classificá-los de acordo com a ordem de gravidade em:

- câibras;
- exaustão; e
- internação.

Os acidentes térmicos normalmente ocorrem pela associação de três fatores:

- exposição ao calor;
- perda de água; e
- temperatura interna elevada.

a. Sintomas

1) Câibras

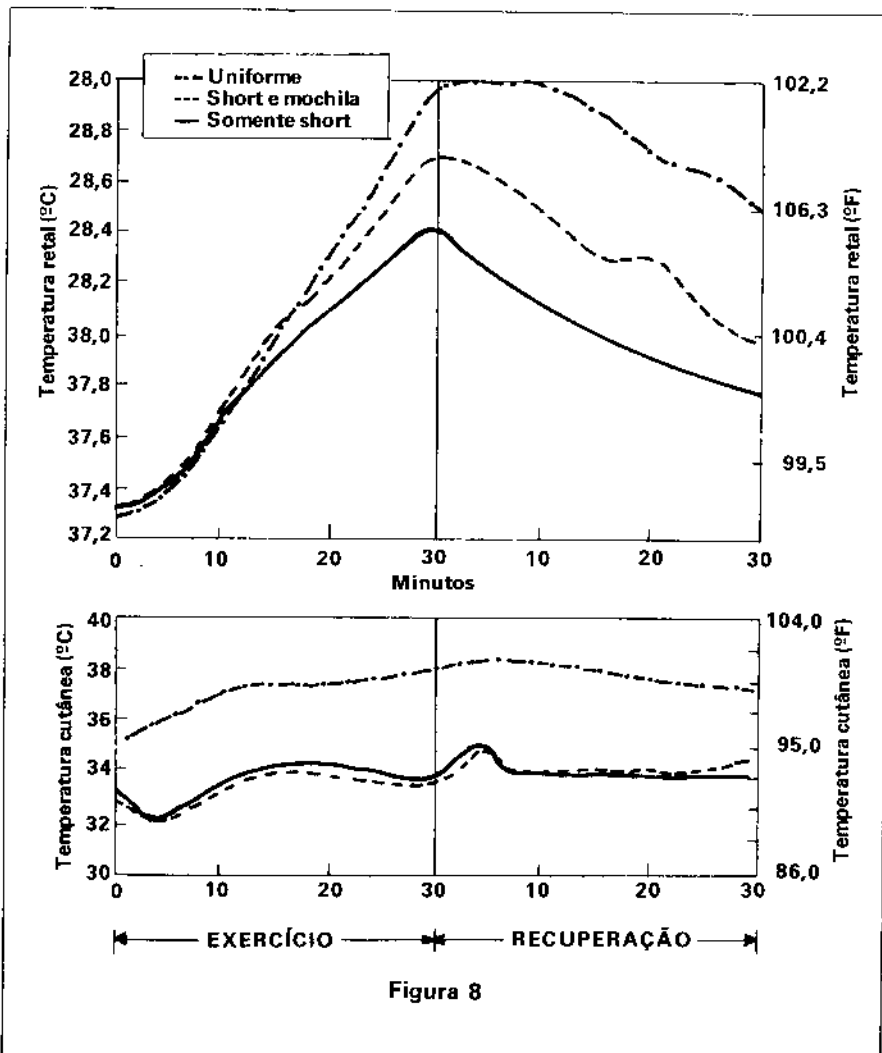
As câibras são as primeiras manifestações de acidentes térmicos. Segundo os autores pesquisados, estas estão ligadas à perda de eletrólitos (sais).

2) Exaustão

A exaustão é um quadro mais grave, que apresenta os seguintes sintomas:

- diminuição na sudorese;
- pulso fraco e rápido;
- dor de cabeça;
- tonteira; e
- fraqueza geral.

Quando é verificado que o indivíduo atinge esta situação, deve-se interromper imediatamente o exercício e tomar as medidas de emergência que serão tratadas mais adiante.



3) Intermação (choque térmico)

A intermação é um distúrbio grave que pode causar a morte. Configurado o quadro, deve ser providenciado socorro médico imediato.

A intermação se processa da seguinte maneira:

- com o início da sudorese ocorre perda de sal e água através das glândulas sudoríparas;
- a água sai das células que circundam a glândula para restabelecer o equilíbrio osmótico (equilíbrio entre os líquidos orgânicos);
- com o prosseguimento da sudorese o sangue passa a fornecer a água para as células, tornando-se maior a concentração sanguínea de eletrólitos (sais);
- se a perda de água é excessiva a sudorese pára, a fim de se evitar que o sangue se torne por demais denso e não consiga circular nos minúsculos capilares;
- a temperatura interna se eleva por falta de resfriamento (a sudorese parou); e
- a concentração elevada de eletrólitos no sangue interfere no ritmo cardíaco, podendo causar insuficiência cardíaca ou morte.

Os sintomas de intermação são:

- pele seca e quente;
- interrupção da sudorese; e
- temperatura corporal elevada.

Uma intermação pode causar dano permanente ao centro termorregulador, no hipotálamo. Este é mais um grave perigo associado ao calor.

IMPORTANTE

O ATLETA QUE, POR SEU ASPECTO MOTIVACIONAL, VALORIZA A DETERMINAÇÃO DE VENCER A QUALQUER CUSTO É MAIS SUSCETÍVEL À INTERMAÇÃO. OS TÉCNICOS E OS RESPONSÁVEIS PELO TREINAMENTO E PERFORMANCE DE ATLETAS DEVEM SE ESFORÇAR PARA DIVULGAR OS CONHECIMENTOS SOBRE ACIDENTES TÉRMICOS, BEM COMO DEVEM TOMAR TODAS AS MEDIDAS PARA PREVENI-LOS.

b. Prevenção de Acidentes Térmicos

As medidas preventivas contra os acidentes térmicos podem ser resumidas nos seguintes itens:

- reposição de água e sal (vide item 4);
- aclimatação ao calor (vide item 4); e
- divulgação do conhecimento acerca dos efeitos produzidos pela combinação do exercício, uniforme e calor ambiente.

c. Tratamento de Emergência

No aparecimento dos primeiros sintomas devem ser tomadas medidas imediatas, que são:

- 1) hidratar o atleta;
- 2) retirar o uniforme para aumentar a superfície em contato com o ar;
- 3) estriamento imediato, que pode ser feito através de uma ducha fria, imersão do corpo em água fria, fricções com álcool e uso simultâneo de ventiladores;
- 4) solicitar ambulância e avisar ao hospital o tipo de ocorrência; e
- 5) no trajeto até o hospital aplicar continuamente água gelada com esponjas ou toalhas.

6. ÍNDICES E MEDIDAS

O presente item fornece os dados técnicos necessários para o controle das condições ambientais. Veremos, a seguir, os seguintes conhecimentos:

- a maneira de se determinar a umidade relativa do ar (URA);

- os índices de avaliação das condições ambientais para a prática da atividade física; e

- o quadro com a relação tempo de esforço/tempo de repouso de acordo com as faixas de condições ambientais quando o treinamento não puder ser suspenso.

a. Medida da URA

O instrumento para a medida da umidade relativa do ar é formado por dois termômetros. O primeiro é um termômetro simples e o segundo é modificado pela colocação de um cordão úmido no bulbo. A figura 9 mostra um tipo deste aparelho.

Modelos diferentes, mas com a mesma finalidade, são facilmente encontrados em lojas de artigos médicos a um preço bem acessível.

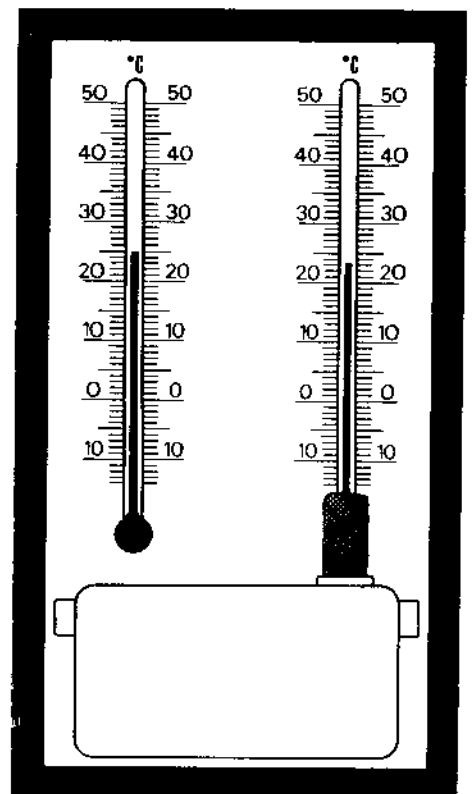


Figura 9

A tabela do quadro 1 permite identificar a URA com o resultado dos dois termômetros. Para isso devem-se seguir os seguintes passos:

- verificar a temperatura do termômetro de bulbo seco (t) e entrar na coluna (vertical) à esquerda

do quadro;

- verificar a temperatura do termômetro de bulbo úmido (t') e subtrair da temperatura do bulbo seco (t-t');

- entrar com a diferença (t-t') na linha superior (horizontal); e

- traçar uma horizontal corres-

pondente ao valor de (t) e uma vertical correspondente ao valor de (t-t'). A URA, em valor percentual, será o valor encontrado na interseção destas duas retas. Um exemplo é mostrado na parte de baixo do quadro 1.

$t-t'$ t	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,00	15,0
16	90	81	71	63	54	46	33	30	23	15	8				
17	90	81	72	64	55	47	40	32	25	18	11				
18	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20	14	7			
19	91	82	74	66	58	50	43	36	29	22	16	10			
20	91	83	74	66	59	51	44	37	31	24	18	12	6		
21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	20	14	9		
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22	17	11	6	
23	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30	24	19	13	8	
24	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26	20	15	10	5
25	92	84	77	70	63	57	50	44	39	33	28	22	17	12	8
26	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29	24	19	14	10
27	92	85	78	71	65	58	52	47	41	36	31	26	21	16	12
28	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37	32	27	22	18	13
29	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33	28	24	19	15
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25	21	17
31	93	86	80	73	67	61	56	51	45	40	36	31	27	22	18
32	93	86	80	74	68	62	57	51	46	41	37	32	28	24	20
33	93	87	80	74	68	63	57	52	47	42	38	33	29	25	21
34	93	87	81	75	69	63	58	53	48	43	39	35	30	26	23
35	94	87	81	75	69	64	59	54	49	44	40	36	32	28	24
36	94	87	81	75	70	64	59	54	50	45	41	37	33	29	25
37	94	87	82	76	70	65	60	55	51	46	42	38	34	30	26
38	94	88	82	76	71	66	61	56	51	47	43	39	35	31	27
39	94	83	82	77	71	66	61	57	52	48	43	39	36	32	28
40	94	88	82	77	72	67	62	57	53	48	44	40	36	33	29

EXEMPLO
 $t = 70^\circ$
 $t' = 20^\circ$
 $t - t' = 50^\circ$
 URA = 52%

UMIDADE RELATIVA AO AR - ESCALA CELSIUS (°C)

t = temperatura do termômetro de bulbo seco

t' = temperatura do termômetro de bulbo úmido

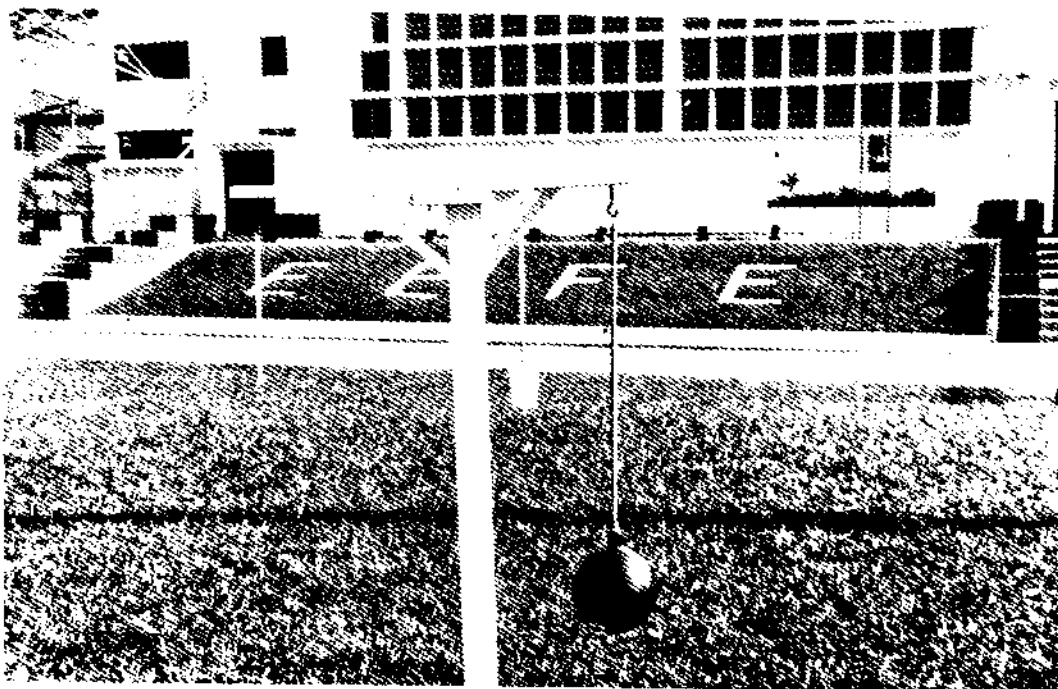
t - t' = diferença entre as temperaturas

(Condensado de U.S. Weather Bureau Bulletin nº 1071)

Quadro 1

IMPORTANTE

OS LOCAIS ONDE AS TEMPERATURAS SÃO TOMADAS DEVEM SER OS LOCAIS EXATOS DA PRÁTICA DESPORTIVA. EXEMPLOS: CAMPO DE FUTEBOL, ASFALTO, PISTA DE ATLETISMO, ETC.



b. Temperatura de esfera de bulbo úmido (TEBU)

O Índice TEBU foi elaborado pelos Fuzileiros Navais norte-americanos e é calculado utilizando os dados do aparelho mostrado na fotografia acima que consta de três termômetros.

O índice é calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{TEBU (}^{\circ}\text{C)} = (0,7 \times \text{bu}) + (0,2 \times \text{e}) + (0,1 \times \text{bs})$$

Onde bu – temperatura no termômetro de bulbo úmido

e – temperatura no termômetro de esfera preta

bs – temperatura no termômetro de bulbo seco

De acordo com o valor calculado para o índice TEBU as condições ambientais são classificadas em quatro faixas que são associadas a

cores. Para cada faixa devem ser tomadas as precauções constantes do quadro 2.

c. Tabela auxiliar

Na falta de aparelho para se medir o índice TEBU, podem-se avaliar as condições ambientais utilizando-se uma adaptação da tabela para determinação da URA,

COR	TEBU	PRECAUÇÕES
VERDE	menos de 26,7°C	Atividade física liberada.
AMARELA	26,7°C a 30°C	Cautela; pausas frequentes para beber água; alerta para sintomas de acidentes térmicos.
VERMELHA	30°C a 31°C	Suspender a atividade para o pessoal não-condicionado e não-aclimatado; pausas frequentes para beber água (pessoal aclimatado).
PRETA	acima de 31°C	Suspender a atividade para todo o pessoal.

Quadro 2

que já indica a faixa de cor (veja o quadro 3). As precauções são

aquelas correspondentes às faixas de cores do quadro 2.

t-y	t	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,00	15,0
16	90	81	71	63	54	45	38	30	23	15	8					
17	90	81	72	64	55	47	40	32	25	18	11					
18	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20	14	7				
19	91	82	74	65	50	43	36	29	22	16	10					
20	91	83	74	66	59	51	44	37	31	24	18	6				
21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	20	14	9			
22	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	22	17	11	6		
23	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30	24	19	13	8		
24	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26	20	15	10		
25	92	84	77	70	63	57	50	44	39	33	28	22	17	12		
26	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29	24	19	14		
27	92	85	78	71	65	58	52	47	41	36	31	26	21	16		
28	93	86	78	72	65	59	53	48	42	37	32	27	22	18		
29	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33	28	24	19		
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25	21		
31	93	86	80	73	67	61	56	51	45	40	36	31	27	22		
32	93	86	80	74	68	62	57	51	46	41	37	32	28	24		
33	93	87	80	74	68	63	57	52	47	42	38	33	29	25		
34	93	87	81	75	69	63	58	53	48	43	39	35	30	26		
35	94	87	81	75	69	64	59	54	49	44	40	36	32	28		
36	94	87	81	75	70	64	59	54	50	45	41	37	33	29		
37	94	87	82	75	70	65	60	55	51	46	42	38	34	30		
38	94	88	82	76	71	68	61	55	51	47	43	39	35	31		
39	94	89	82	77	71	66	61	57	52	48	43	39	36	32		
40	94	89	82	77	72	67	62	57	53	48	44	40	36	33		

verde →

→ vermelho

→ amarelo

← preto

Exemplo: (t) Bulbo Seco = 27°
 (t') Bulbo Úmido = 20°
 t - t' = 7°
 U.R. = 52%

OBSERVAÇÃO: Como medida de precaução, em dias de sol podem-se descer duas fileiras para identificar a faixa.

Quadro 3

d. Tabela para reposição de água

Quando a atividade física não puder ser suspensa, deve ser prevista uma adequada reposição de água assim como intervalos de repouso maiores entre os tempos destinados à atividade física mais intensa.

Neste caso, a condição ambiental é avaliada e, de acordo com a faixa (cor), podem ser adotados os procedimentos do quadro 4:

COR	REPOSIÇÃO DE ÁGUA (COPOS/HORA)	RELAÇÃO ATIVIDADE FÍSICA/ REPOUSO (em min.)
VERDE	2 a 4	50/10
AMARELA	4 a 6	45/15
VERMELHA	6 a 8	30/30
PRETA	8	20/40

Quadro 4

7. CONCLUSÃO

Para concluir, lembramos que a reposição de água é o principal fator para se evitarem os acidentes térmicos. Para a prática dos exercícios de preparação física, é fundamental que seja realizada uma correta avaliação das condições ambientais e que sejam tomadas as medidas de prevenção contra os acidentes térmicos. Os responsáveis pelo treinamento devem sempre incentivar o atleta sob sua responsabilidade a beber água e procurar facilitar esta ingestão de líquidos.

O fisiologista William D. McArdle sintetiza a importância dos conhecimentos sobre exercício e estresse térmico nos seguintes termos:

"É essencial que todos os indivíduos que trabalham com a preparação física compreendam a importância dos conhecimentos sobre os acidentes térmicos. Os custos do desconhecimento dos mecanismos da termorregulação podem ser consideráveis; o preço da falha pode ser a morte. Tragédias, como as já acontecidas, podem ser minimizadas ou até totalmente evitadas com um conhecimento satisfatório de termorregulação e das melhores maneiras de auxiliar a eficiência de seus mecanismos. Grande parte dessa responsabilidade cabe às pessoas que organizam e orientam os programas de atividade desportiva e física."

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Mc ARDLE, William D. **Fisiologia do Exercício**

Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1981.

02. W. HOLMAN e TH. HETTINGER. **Medicina de Esporte**. São Paulo. Editora Manole, 1983.

03. GUYTON, Arthur C. **Fisiologia Humana**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1988.

04. FOX, Eduard L. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. Eduard L. Fox, Donald K. Mathews, Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1986.

5. JUNQUEIRA, L.C. **Histologia Básica**. L.C. Junqueira, J. Carneiro. Rio de Janeiro. Editora Guanabara, 1985.

06. JACOB, W. Stauley. **Anatomia e Fisiologia Humana**. W. Stanley Jacob, Clarice Ashworth Francone, Walter J. Lossow, Rio de Janeiro. Interamericana, 1984. ●