

TÍTULO: O TRABALHO SOB CALOR

AUTOR (ES): H.S. BELDING  
B. GLVONI  
M.N. GUPTA  
N. HAMAR  
F. LAVENNE  
J.R. ALLAN  
A.R. LIND  
B. METZ  
S.H. SHAHBAZJAN  
H.G. WENZEL  
G. LAMBERT

Os trabalhadores da indústria estão, muitas vezes, expostos a grave desconforto térmico que pode ser prejudicial à saúde e, ocasionalmente, ameaçar a vida. Isto acontece até mesmo em países de clima temperado. Em países de clima tropical, os mesmos tipos de atividades industriais fazem exigências bem maiores. Para se assegurar de que os trabalhadores não estão expostos inadequadamente às condições térmicas perigosas, é importante medir com exatidão as condições ambientais e determinar seus efeitos sobre o homem.

Os conceitos de "heat stress e heat strain", que são usados convencionalmente na área da Engenharia, têm origem nos estudos de homens trabalhando em condições quentes.

CARGA TÉRMICA é a quantidade de calor que deve ser eliminada pelo corpo para se manter em equilíbrio térmico; é representada pela soma do ritmo metabólico (menos trabalho externo) e a aquisição ou perda de calor por convecção, por radiação ou por evaporação de suor, sendo estes fatores governados pela temperatura, umidade e movimentação do ar e pela temperatura das paredes e objetos circundantes.

SOBRECARGA TÉRMICA é a alteração, fisiológica ou patológica, resultante da carga térmica, ou seja; aumento dos batimentos cardíacos e da temperatura profunda do corpo, sudorese, síncope pelo calor, ou desequilíbrio hídrico e salino. Co

mo resultado desses estudos, foram dados alguns esclarecimentos sobre o tipo de condições de ambiente quente, toleráveis ao homem, ininterruptamente ou por determinados períodos de tempo.

Estudos dessa natureza são de muito valor para melhorar as condições climáticas nas fábricas através de projetos adequados, instalações de ar condicionado, controle de fontes locais de calor, construção de salas frescas para repouso, determinação de métodos e horas adequadas de trabalho, uso de tipos corretos de equipamentos individuais de proteção e provisão de água potável.

Poi aceito desde o início que as pesquisas sobre o trabalho em ambientes quentes exigem o uso de laboratório experimental em que as condições climáticas possam ser cuidadosamente controladas.

No ambiente industrial as condições são muito complexas e os fatores que influenciam a carga térmica, são, na sua maioria, incontroláveis. Além disso, a investigação dos problemas, através de ambientes quentes de trabalho, fornece informações que, frequentemente, tem apenas um significado local.

Embora tenham sido reunidos muitos conhecimentos úteis, poucas tentativas foram feitas para traduzir tais conhecimentos numa linguagem acessível às autoridades governamentais, gerentes, engenheiros e médicos. Além disso, as informações existentes, na sua maioria, estão relacionadas com os problemas dos países desenvolvidos e não podem ser aplicadas, sem muita reserva, aos países tropicais onde o trabalhador está exposto aos efeitos combinados do calor industrial e climático, onde pode executar diariamente trabalhos pesados e onde, às vezes, pode passar meses em determinadas épocas sem

o alívio da carga térmica, dia e noite, e quem sabe, com um regime alimentar inadequado.

A necessidade de informações quantitativas, importantes para os países tropicais, é especialmente importante em face da atual tendência no caminho de um rápido desenvolvimento industrial.

#### EFEITO DO CALOR NO HOMEM

Os tecidos profundos do corpo devem ser mantidos em uma temperatura razoavelmente constante e a quantidade de calor recebido pelo corpo deve ser equilibrada pela quantidade de calor perdida. A fonte primária de calor é gerado pelo próprio corpo. Este calor aumenta muito com a atividade física. O problema da carga de um homem executando um trabalho físico pesado é muito mais grave do que na execução de um trabalho leve.

A perda ou ganho do calor do corpo por convecção se dá quando a temperatura do ar é, respectivamente, menor ou maior que a temperatura da pele; e quando aumenta a movimentação do ar, aumenta também o ritmo de troca de calor por convecção. Este tipo de troca é suplementada por uma troca radiante entre o corpo e os objetos circundantes, especialmente quando trabalhando ao sol ou perto de um forno.

O mecanismo mais importante de perda de calor pelo corpo é a sudorese, a evaporação da umidade da pele, acompanhada pela queda da temperatura da pele, dentro do mesmo princípio físico da operação de um refrigerador. O ritmo de evaporação do suor depende da umidade, temperatura e movimentação do ar e do tipo de roupa usada.

Uma outra resposta ao calor é o aumento do ritmo cardíaco que, por sua vez, aumenta o ritmo de transferência

cia do calor dos tecidos profundos para a periferia, elevando a temperatura da pele e promovendo a perda de calor. Estas mudanças fisiológicas não se fazem sem um custo para o organismo como um todo. Elas produzem, na verdade, distúrbios no equilíbrio mineral e hídrico e nas funções cardiovascular e endócrina.

Ao tentar definir as condições térmicas que dão lugar à sobrecarga fisiológica, é necessário medir os níveis de várias funções corporais associadas à termoregulação.

Tais indicadores são: a temperatura dos tecidos profundos do corpo e da pele; o ritmo cardíaco e o ritmo de produção de suor.

Alguns investigadores medem duas ou mais dessas importantes funções e as integram num único índice de sobrecarga térmica para um determinado conjunto de circunstâncias.

Este é um procedimento razoável porque a termoregulação é altamente complicada e suas funções componentes podem ser afetadas diferentemente.

A aclimação ao calor é um dos exemplos mais dramáticos de adaptação fisiológica a um ambiente mudado. Durante a primeira exposição ao calor, o homem não aclimatado apresenta uma alta temperatura retal, alto ritmo cardíaco e baixa perda de suor; sente desconforto e até outros distúrbios. Nos quatro ou seis dias subsequentes, há redução do desconforto, queda na temperatura retal e ritmo cardíaco e aumento da perda de suor. O processo é completado dentro de um período de, aproximadamente, duas semanas.

A aclimação é, entretanto, um fenômeno relativo. Isto significa que os homens que estão aclimatados para suas condições de trabalho não estão completamente aclimatados

para condições em que a carga térmica é mais alta. Portanto, desde que a carga térmica total inclua um componente metabólico, um homem acostumado a um trabalho sedentário em um clima quente não está aclimatado a um trabalho físico pesado nesse clima e sofrerá desconforto se for realizá-lo.

Voltando às condições mais frescas de início o homem perde rapidamente os benefícios da aclimação, embora sua perda completa prolongue-se por três ou quatro semanas.

Distúrbios pelo calor podem, portanto, ser esperados em condições quentes, durante a primeira semana, não só nos que se expõem pela primeira vez, como também naqueles que voltam a tais condições depois de uma ausência de dois ou mais dias.

Os efeitos do calor em pessoas de idades diferentes não foram completamente estudados, mas os dados disponíveis mostram que a sobrecarga fisiológica aumenta com a idade, provavelmente por causa da redução da capacidade cardiovascular. A resposta das glândulas sudoríparas torna-se mais morosa. Nos outros aspectos, a idade parece ter pouca influência; a produção de calor metabólico não mostra aumento significativo e não há redução no nível máximo de tolerância a temperatura retal. Muitos homens idosos se aclimatam bem. Com relação aos efeitos da idade, são necessárias ainda maiores informações, mas muita atenção deverá ser dada às reações dos adolescentes à carga térmica.

Os homens que são fisicamente capazes, aclimatam-se mais depressa ao trabalho em ambientes quentes. Muito do seu desempenho deve ser atribuído à sua capacidade cardiovascular aumentada.

As mulheres, quando aclimatadas, têm uma capacidade de sudorese igual à do homem; mas evidências existem

que mostram a não aclimatação tão rápida quanto a dos homens; possivelmente se deva à sua menor capacidade cardiovascular. A gravidez, que é acompanhada de mudanças no sistema cardiovascular, poderá aumentar o efeito da sobrecarga térmica.

Diferenças na estrutura corporal não têm um efeito acentuado na capacidade de termoregulação, como a princípio poder-se-ia esperar. Entretanto, é certamente verdade que o homem obeso sucumbe mais rapidamente ao choque térmico do que o homem de físico normal; talvez isso se deva à diminuição da proporção da superfície da pele em relação ao peso corporal e ao aumento da carga circulatória. Além do mais, os homens com estrutura franzina experimentam um maior grau de sobrecarga térmica do que o homem normal quando executam uma série de tarefas, uma vez que eles estejam inclinados a possuir uma capacidade máxima de trabalho reduzida.

O vestuário tem um efeito considerável na troca de calor entre o corpo e o meio ambiente. Reduz a perda de calor por evaporação, mas protege a pessoa que usa contra a radiação infra-vermelha intensa no ambiente de trabalho ou sob os raios solares. Num sentido amplo, portanto, se o trabalhador está exposto ao calor radiante, é melhor estar completamente vestido com roupas adequadas e de material leve; em situação diversa, deverá usar menos roupa possível. Para determinadas tarefas na indústria, tornam-se necessárias roupas protetoras especiais e isso pode aumentar o total de carga térmica, especialmente no caso de serem impermeáveis ao vapor de água e, portanto, impeçam a perda de calor pela evaporação. Por outro lado, roupas especiais ventiladas com ar fresco de uma fonte externa poderão ser usadas para proteger as pessoas em espaços de trabalho restritos.

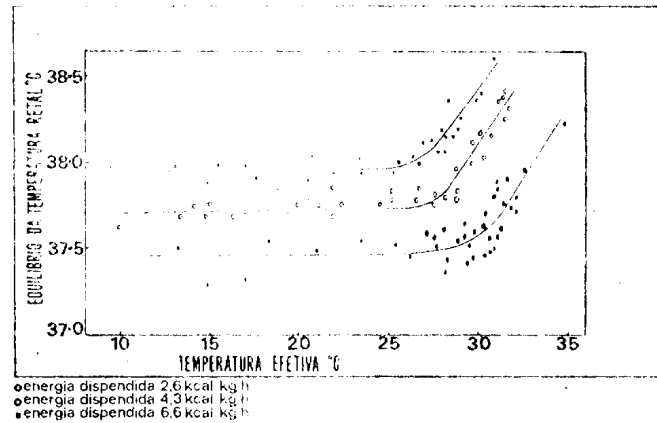
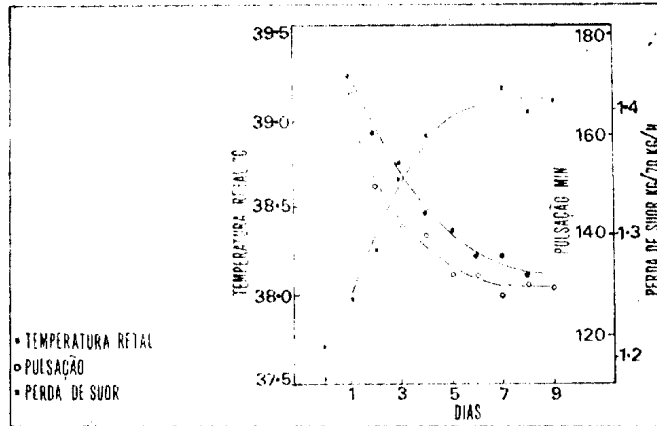


O RITMO CARDÍACO, ÍNDICE DE SOBRECARGA

O ritmo cardíaco é certamente o índice de sobrecarga fisiológica mais simples de ser medido e, talvez, o mais importante. Ele responde rápida e consistentemente ao desgaste energético e, em condições estáveis de trabalho e calor, reflete de perto uma mudança na temperatura profunda do corpo.

Deve-se entretanto tomar cuidado na sua avaliação pois responde também a outros estímulos como, por exemplo, a tensão psicológica.

Três tomadas diferentes de ritmo cardíaco podem ser feitas: o número de batimentos durante o trabalho ou no final dele; o seu aumento durante um período ou dia de trabalho; o tempo de normalização (tempo em que o ritmo cardíaco leva para voltar ao valor de repouso após um período de trabalho). O ritmo cardíaco, no fim de um dia de trabalho, pode ser menos significativo do que os piques do ritmo durante o período de trabalho e esse último separadamente pode ter maior significado ainda.



Afirma-se com frequência que, se imediatamente após a cessação do trabalho, o ritmo cardíaco é 110 batimentos por minuto, ou menos, e reduz a uma proporção de 10 batimentos por minuto, o mesmo trabalho pode ser repetido com a mesma exposição ao calor, durante todo o dia, sem sobrecarga adicional. Esta pressuposição pode ser facilmente testada em qualquer situação de um determinado trabalho; se for válida poderão ser estabelecidos procedimentos de trabalho seguro. Cada situação deve ser analisada separadamente porque pouco se conhece no momento para recomendações gerais, aplicáveis às condições de trabalho ao calor em qualquer parte do mundo.

O tempo de recuperação do ritmo cardíaco é um índice promissor da combinação do trabalho com a carga térmica. Esse tempo de recuperação varia consideravelmente em diferentes combinações de trabalho e calor; pode chegar a várias horas se o indivíduo for incapaz de se manter em equilíbrio térmico durante o trabalho.

O registro do ritmo cardíaco durante o trabalho é difícil, exigindo aparelhagem apropriada para que a medida não interfira na execução do trabalho. Estudos de laboratório, feitos com pessoas jovens, preparadas, mostram que o ritmo cardíaco de 160 batimentos por minuto pode ser suportado por períodos breves sem prejuízo aparente; mas é difícil aplicar tais observações no ambiente industrial. Em laboratórios e de baixo de cuidadosa supervisão médica, as pessoas estão sujeitas a riscos consideravelmente menores do que os trabalhadores das indústrias, suportando sobrecarga similar. Mesmo que um dado do ritmo cardíaco pudesse ser decidido como ótimo, dever-se-iam ainda fazer reduções para a idade e o estado de saúde dos trabalhadores nas diferentes regiões do mundo.

TEMPERATURA PROFUNDA DO CORPO

A temperatura dos membros e tecidos periféricos do corpo pode variar muito dos padrões aceitos como normais; mas a temperatura dos tecidos profundos da cabeça, pescoço e tronco deve ser mantida dentro de limites muito estreitos, ou poderão sobrevir a perda da eficiência, a doença e mesmo a morte. É, portanto, possível usar a temperatura retal para medir a sobrecarga térmica, desde que, para as variações conhecidas, se façam conexões com as doenças, o exercício muscular, a ingestão de alimentos e a hora do dia.

Se os efeitos da exposição diária ao calor, por muitos anos, fossem conhecidos, seria possível propor limites seguros para variações permissíveis da temperatura profunda do corpo. Estas informações não são disponíveis; entretanto, a única suposição segura é que qualquer aumento da temperatura profunda do corpo é indesejável.

Pesquisas têm demonstrado que, numa larga escala de climas frescos e confortáveis, a temperatura profunda do corpo é praticamente independente da temperatura ambiental e aumenta durante o trabalho em um nível proporcional ao ritmo de trabalho. Entretanto, é importante frisar que, acima de um certo ponto, pequenos aumentos da temperatura do ambiente ocasionam um acentuado aumento da temperatura profunda do corpo. Para uma exposição ao calor diária e prolongada, pode ser estabelecida, uma temperatura limite ambiental, abaixo dela, a temperatura profunda do corpo depende quase que totalmente do ritmo de trabalho.

Esta temperatura limite variará de acordo com o ritmo. Usa-se o conceito de temperatura efetiva corrigida - (T.E.C.) que dá uma estimativa, num único valor, dos vários fatores climáticos no ambiente.

Os limites ambientais em temperatura efetiva corrigida são: 30°C para trabalho sedentário e leve (2,6 k cal/kg/h); 28°C para trabalho moderado (4,3 k cal/kg/h) e 26,5°C para trabalho pesado (6,0 k cal/kg/h).

Um tanto surpreendentemente, verificou-se que alguns fatores, tais como a idade, padrão de trabalho e variações individuais, não afetam os dados da temperatura efetiva. Os valores mencionados são para homens não aclimatados e podem, provavelmente, ser aumentados em cerca de 2°C para os que já se aclimataram. Os limites são oriundos de investigações nas quais a umidade relativa não era nunca menor que 40% e não devem ser aplicados quando a umidade relativa é menor que esse valor. É desaconselhável que a temperatura profunda do corpo exceda a 38°C em exposição diária e prolongada, com trabalho pesado. Em condições sob controle cuidadoso, a temperatura profunda do corpo pode ser elevada a 39°C, porque um controle contínuo pode ser mantido sobre o indivíduo. Para as pessoas que executam atividades que envolvem uma exposição aguda e séria sobrecarga térmica, em condições controladas, como no trabalho de salvamento em minas, é difícil estabelecer um limite porque enfermidades do calor podem ocorrer com temperatura retal relativamente baixa. Nessas condições uma temperatura profunda do corpo de 38°C de veria ser considerada como crítica.

#### PERDA DE SUOR

A possibilidade do homem de trabalhar a uma temperatura acima do seu corpo deve-se ao mecanismo bem desenvolvido da sudorese. Em laboratório experimental, um indivíduo exposto ao calor produziu 2 litros de suor por hora;

e é comum para homens suar por curtos períodos na proporção de 1,5 - 2 litros por hora embora valores registrados para um período de 24 horas não excedem a 12 litros. Pela sudorese, num ritmo de 1 litro por hora um homem pode teoricamente atingir a remoção de 600k cal/h do calor corporal; mas, na prática, a eficiência de resfriamento é um pouco menor. Nos tipos normais de trabalho realizados no calor, a capacidade de sudorese é suficiente para manter o equilíbrio térmico, mas o equilíbrio hídrico e salino do corpo pode ser perturbado se a sudorese é excessiva.

Um suprimento irrestrito de água potável fresca deve estar sempre disponível aos homens que trabalham no calor e eles devem ser estimulados a aumentar a ingestão de líquidos, pois nem sempre a sede pode representar um estímulo adequado para compensar a perda de fluido.

Nos indivíduos aclimatados, a dieta diária normal de sal suportará a produção de 5 litros de suor por turno de 8 horas, sem a ruptura do equilíbrio hidro-salino. Quando o trabalho exigir uma maior quantidade de sudorese, deve-se providenciar a ingestão suplementar de sal.

Existem, naturalmente, situações em que a produção do suor é inadequada ou, então, onde a umidade do ambiente limita a evaporação do suor. Nestas duas situações, a temperatura do corpo subirá, com um possível e sério risco para a saúde. Em tais circunstâncias devem ser introduzidos períodos de repouso para prevenir a ocorrência de perturbações pelo calor ou lesões por doença do calor.

A quantidade de suor fornece uma boa indicação de carga térmica, mas pode ou não indicar uma sobrecarga fisiológica em um determinado indivíduo.

Uma quantidade de 1 litro por hora no ambiente de deserto pode levar a um equilíbrio térmico em face de

uma carga de 600 k cal/h metabólica e do ambiente com pequena sobrecarga cardiovascular e aumento de temperatura corporal. A mesma quantidade de suor, num ambiente úmido que permite unicamente a metade da evaporação do suor, pode ser acompanhada de grande sobrecarga.

O ambiente quente relacionado com muitas atividades industriais, provavelmente, não pode ser suprimido e a sobrecarga térmica é bastante aumentada nos trópicos e subtropicais. Conhecimentos mais precisos são necessários acerca das respostas fisiológicas ao calor e seus efeitos sobre a saúde.

O rápido desenvolvimento industrial nas áreas tropicais torna urgente a aquisição desses conhecimentos se a saúde do trabalhador deve ser protegida.

Relatório elaborado pelos membros da Comissão Científica da ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE e publicado na revista "Industrial Medicine and Surgery", 1 (41): 31-34, janeiro de 1972.



Eletrobras

TEMAS DE SAÚDE OCUPACIONAL

Para distribuição interna e restrita aos profissionais da área de saúde das empresas do Setor de Energia Elétrica.  
PROJETO 23/78 - GRIDIS.

\*\*\*\*\*  
\*  
\* CONTAMOS COM A SUA COLABORAÇÃO, ENVIANDO TEMAS OU \*  
\* TRABALHOS PARA NOSSO PROJETO. \*  
\*  
\*\*\*\*\*

ANO 1980 Nº 11  
14 DE 14

GRIDIS