

6

As ambiências físicas no posto de trabalho

Michel Millanvoye

Toda tarefa se desenvolve num certo contexto de exposição do operador aos ruídos e vibrações, ao microclima do posto e à iluminação deste. Este meio ambiente de trabalho é usualmente qualificado pelo termo de “ambiências físicas”. Embora a análise da atividade de trabalho do operador (F. Guérin *et al.*, 1997) seja a ferramenta principal do ergonômista, pode-se revelar igualmente necessário, conforme a situação, analisar essas ambiências físicas para completar a análise da atividade. Pode-se assim exprimir o incômodo resultante da ambiência para o operador na realização de sua tarefa, facilitar a argumentação e mesmo apresentar uma prova “qualificada” da exposição do operador a certas características do trabalho prejudiciais para a saúde.

As ambiências físicas: risco mas também interesse

Em geral, é por seu aspecto negativo que são abordadas as ambiências físicas ao longo da análise do trabalho. Frequentemente, o ergonômista se interessa por elas uma vez que os operadores se queixam ou elas lhe parecem incômodas ou mesmo nocivas. De fato, uma intensidade excessiva ou uma qualidade particular da ambiência é capaz de entravar as comunicações ou o processo de informação, mas também de exercer um efeito negativo sobre a saúde ou a qualidade das ações realizadas. A opinião crítica que um operador tem de seu trabalho pode, aliás, se cristalizar numa característica particular, por exemplo o ruído, e a opinião em relação a esta pode encobrir as melhorias ocorridas em outros aspectos.

Não se deve esquecer, entretanto, que além da nocividade potencial de uma ambiência física existe também um lado positivo: fornecer ao operador uma informação sobre o estado do dispositivo que ele utiliza ou sobre o estágio de realização do produto. Assim, é comum ver operadores monitorando sua máquina utilizarem tanto o ruído produzido por seu funcionamento quanto as informações visuais. É ainda mais freqüente quando o operador tem mais de uma máquina para utilizar ou controlar simultaneamente.

Essa dualidade permite explicar o abandono inesperado de certos locais, as estratégias particulares de execução de certas operações ou a interrupção repentina de ações em curso para execução de outras. Ela representa também uma dificuldade: o que é informação para um operador e, por isso, pode minimizar a vivência de um incômodo ou mesmo de um risco, ao mesmo tempo expõe os operadores vizinhos a uma situação bem

diferente – sofrer plenamente uma nocividade sem dela obter a menor vantagem. Essa simultaneidade de informação e de risco deve ser, portanto, levada em conta em todo projeto de modificação de posto e mais simplesmente na proteção individual: é preciso suprimir ou reduzir o incômodo e os riscos eventuais resultantes da ambiência, ao mesmo tempo tentando preservar o aspecto informativo.

A medida e a análise das ambiências físicas

Salvo se a demanda de intervenção se refira especificamente à redução de uma dada ambiência, uma análise ergonômica jamais começa por uma medida de ambiência. Com efeito, tal análise seria pobre, ou mesmo inoperante, se não fosse possível se referir à análise da atividade, que põe em evidência as dificuldades que o operador experimenta e as estratégias adotadas para remediá-las. É importante saber quando, onde e em quais condições, problemas de ambiência podem ocorrer durante o trabalho para saber onde, quando e como efetuar medidas e assim poder julgar sua pertinência. Com os dados da análise da atividade de trabalho obtidos, as medidas que parecem necessárias podem, então, ser feitas. É preciso respeitar duas exigências;

- a primeira é espacial. As medidas são efetuadas no posto, onde fica o operador. Se este se desloca, pode ser interessante estender a medida a seus deslocamentos. A realização de um mapa de ambiência¹ no posto (eventualmente estendido aos postos vizinhos, ou mesmo a toda a oficina) é necessária antes e depois da modificação da situação, de modo a validar os resultados da transformação efetuada;
- a segunda é temporal. É preciso garantir a reprodutibilidade das medidas efetuadas, ou seja, fazê-las durante vários ciclos de trabalho, de modo a, apreender sua variabilidade de um ciclo a outro. No caso da ambiência térmica ou luminosa, mas também para certas produções, existe uma variabilidade horária (p. ex., no trabalho em horário alternado) ou sazonal que é preciso igualmente levar em conta. A ambiência num posto pode também estar condicionada por aquela dominante, de modo regular ou irregular, num outro setor do local. Tal situação pode implicar numa ampliação do campo de medidas a efetuar.

A análise das medidas relativas à ambiência física apresenta uma facilidade aparente. Uma vez coletados e ordenados os valores, parece ser suficiente compará-los aos valores de referência que constam na literatura (portarias, normas, recomendações) e tirar as conclusões que se impõem em relação à situação dos operadores. A realidade muitas vezes é diferente, com uma imbricação das seguintes possibilidades:

- as situações industriais geram freqüentemente dificuldades para as medidas (exemplo: impossibilidade de acesso para o ergonomista, a certos lugares que vão os operadores, por razões de segurança), o que obriga a algumas extrapolações;

¹ A realização de um mapa de ambiência (p. ex., de ruído) consiste em inscrever numa planta do local o resultado de numerosas medições, que permite em seguida expressar graficamente, em forma de zonas, a variação do nível sonoro entre as diferentes partes do local, da mesma maneira que a altitude figura nos mapas geográficos sob a forma de curvas de nível.

A
limite. V
de tran
longe”
recome
como r
num da
mas tar
limites
necess
Se algu
ilumina
aplican
às vibra
proced
serem
mas tar
da exp
das situ

Pa
da situ
caso, is
ou dos
uma bo
da noci
modifica
adotar
uso, iso
são nec
a reduç

En
do ruído

- as ambiências beiram com frequência os limites de intensidade admitidos, com durações de exposição flutuantes, o que torna a análise mais difícil;
- apenas as durações de exposição não permitem uma avaliação clara dos riscos. Por exemplo, uma exposição de duas horas ao ruído tem um impacto diferente no sistema auditivo quando se trata de uma exposição contínua ou se ela é fracionada ao longo da jornada de trabalho;
- os limites de intensidade, aos quais é hábito se referir são difíceis de utilizar, ou ainda incertos (p. ex., no que se refere à exposição às vibrações ou ao ruído de impacto).

Da análise à ação nas ambiências físicas

A normalização relativa às ambiências físicas é ao mesmo tempo uma vantagem e um limite. Vantagem, porque é possível se referir a ela para convencer a empresa da necessidade de transformação de um posto; limite, porque ela pode deter a oportunidade de ir “mais longe” na melhoria da situação. Essa normalização progrediu muito, mas as características recomendadas para os postos, tais como aparecem nas normas, não podem ser consideradas como referência ideal definitiva. O conteúdo das normas representa um consenso existente num dado momento, estabelecido com base em conhecimentos médicos, científicos, técnicos, mas também em considerações econômicas. Os valores limites preconizados são, portanto, limites gerais de perigo e não valores definindo uma situação confortável. Aliás, não levam necessariamente em conta a variabilidade existente entre os indivíduos ou as situações. Se algumas propõem recomendações diferentes conforme os tipos de trabalho (exemplo: iluminação) ou o operador (exemplo: porte de cargas, segundo a idade e o sexo), outras se aplicam a um operador médio (vibrações, ambiência térmica). Em certas análises (exposição às vibrações ou ao calor), os métodos preconizados nas normas são, no momento, os únicos procedimentos estruturados, o que incita à sua utilização, apesar de seus limites. Para serem eficazes, as normas precisam evoluir regularmente, serem atualizadas, enriquecidas, mas também ganhar em simplicidade, operacionalidade, coisas que demandam o retorno da experiência, e portanto tempo, o que resulta num atraso em relação à evolução rápida das situações de trabalho.

Para proteger os operadores de uma ambiência física excessiva, uma boa concepção da situação de trabalho ou a transformação da mesma devem ser privilegiadas. No segundo caso, isso implica em conhecer bem as características da tarefa, seu contexto e a atividade do ou dos operadores antes de qualquer tentativa. A proteção do operador passa também por uma boa política de aquisição de equipamentos, bem como de manutenção. A modificação da nocividade “na fonte” é às vezes difícil, custosa ou mesmo impossível. Na falta de uma modificação, a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) é um meio fácil por adotar com baixo custo, mas que, com frequência, tem uma eficácia limitada (desconforto do uso, isolamento em relação a fontes de informação “úteis”). Por fim, nem todas as soluções são necessariamente “técnicas”. Uma modificação da organização do trabalho pode permitir a redução do tempo de exposição do operador (rodízio, introdução de pausas frequentes).

A ambiência sonora

Entende-se por ambiência sonora a exposição a ruídos no local de trabalho. A nocividade do ruído para a audição está ligada a três parâmetros: o nível sonoro, a frequência e a

duração da exposição. Admite-se que acima de uma exposição média cotidiana a um nível sonoro de 80 dB (A)², a audição corre o risco de se degradar. Na Comunidade Européia (Diretriz 2003/10/CE), o limiar inferior que desencadeia a ação sobre a situação (por possibilidade de perigo auditivo a longo prazo) é Lex, 8 horas = 80 dB (A) (valor médio numa jornada de trabalho de 8 horas). O limite de exposição (certeza de perigo auditivo a longo prazo) é Lex, 8 horas = 87 dB (A).

A segunda pesquisa européia "Condições do trabalho" (P. Paoli, 1997) mostrava que 10% dos assalariados declaravam não ouvir uma pessoa falando sem que esta elevasse a voz, proporção que atingia 17% no setor da construção e 20% no das minas e indústria. Em 1998, as estatísticas tecnológicas da (*Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs assalariés*) relativas às doenças profissionais classificavam as afecções provocadas pelo ruído em terceiro lugar, com 638 casos registrados no ano. Embora esse número esteja decrescendo lenta mas regularmente desde 1995, interessar-se pelo ruído é, portanto, sempre uma questão atual.

O ruído e seus efeitos. – Conseqüência da utilização das ferramentas e máquinas, o ruído é uma mistura mais ou menos complexa de sons de frequências diferentes. A nocividade do ruído não é idêntica, num mesmo nível sonoro, segundo sua composição: nosso ouvido é mais sensível, mas também mais frágil, aos sons cuja frequência está compreendida entre 500 e 5.000 Hz.

Toda tarefa comporta uma parte de trabalho intelectual. Se estamos, ao mesmo tempo, expostos ao ruído, corremos o risco de ser perturbados, incomodados. É difícil estabelecer um nível sonoro limite além do qual o incômodo aparece, pois esse valor varia muito com o tipo de situação, de tarefa e de domínio sobre elas. Embora o incômodo não seja sempre função do nível sonoro, estudos efetuados em coletividades e em situações do tipo administrativo tendem a mostrar que este se torna manifesto a partir de 60 a 65 dB(A). O incômodo provém do antagonismo que existe entre a concentração necessária para a tarefa e a perturbação causada pelo ruído. O risco de erro aumenta e é preciso ficar ainda mais concentrado (quando isso é possível), o que significa uma fadiga suplementar.

O ruído é igualmente capaz de incomodar nossos processos de informação criando o que é chamado de efeito de máscara. Assim, um sinal sonoro ou uma instrução dada oralmente podem ser mal compreendidos ou mesmo se tornarem completamente inaudíveis na presença de ruído, o qual "mascara" o sinal útil. Nesse caso, o risco de incidente ou acidente aumenta.

A exposição a um ruído intenso demais pode gerar, no nível do sistema auditivo, três tipos de efeitos.

O primeiro é uma alta temporária do limiar auditivo (nível sonoro mínimo para ouvir), chamada "fadiga auditiva, ou TTS (*Temporary threshold shift*)". Quanto mais elevado for o nível sonoro e mais longo o tempo de exposição, mais essa fadiga auditiva será significativa e prolongada. Ela desaparece quase totalmente após uma noite de sono, mas é preciso considerá-la como sinal de alerta. Durante esse estado, o trabalho pode ser mais custoso e a segurança menor, pois ficamos menos sensíveis a nosso meio ambiente. Pode-se também levantar a questão dos efeitos em longo prazo de uma exposição cotidiana a esse tipo de fadiga.

² Os valores-limite legais são baseados em medidas expressas em decibéis (dB) com a ponderação "A" definida a partir da sensibilidade do ouvido humano à frequência dos sons.

O segundo é uma alta irreversível do limiar auditivo, ou PTS (*Permanent threshold shift*), que pode ocorrer em função:

- da exposição (mesmo breve) a um ruído de nível sonoro muito elevado, acarretando a destruição imediata (ou a curto prazo) das diferentes partes do ouvido (em particular partes do receptor auditivo);
- da exposição repetida e prolongada a um ruído de nível superior a 80 dB (A). Para o receptor auditivo essa repetição de micro traumatismos acarreta uma surdez em longo prazo.

Essa alta pode resultar da atividade de trabalho (donde o nome “surdez profissional”), mas também de outras atividades. A surdez se desenvolve de forma insidiosa pois, a princípio, a pessoa atingida não sente nenhum incômodo auditivo particular e não tem portanto consciência de seu estado, que só um exame apropriado pode revelar. Se a exposição ao ruído não é modificada (modificação das máquinas, designação a um posto menos ruidoso, proteção individual), a surdez irá progredir e aumentar a gama de frequência cuja percepção foi atingida (1.000 a 8.000 Hz, com um máximo por volta de 4.000 Hz). A consequência da surdez é um obstáculo à compreensão da fala e à audição dos sinais úteis, pois alguns não mais serão audíveis.

Enfim, um terceiro tipo de efeito consiste na perturbação da audição em função dos sons gerados pelo mau estado do sistema auditivo, em seguida à exposição a ruídos excessivos. São os acufônios (zumbidos, estalidos etc.).

Agir sobre a situação. – Convém conhecer bem o ruído para escolher os meios de ação com conhecimento de causa. Assim, é mais fácil agir contra os sons de alta frequência que contra os de baixa, que se propagam com mais eficácia. A ação contra o ruído pode ser conduzida segundo métodos diferentes (R. Gamba *et al.* 1987; R. Gamba e G. Abisou, 1992), entre os quais:

- conservação e manutenção preventiva, modificação do processo para métodos menos ruidosos. Com os EPIs, a redução do ruído na fonte é o único método que permite proteger o operador que se encontra em sua proximidade. O recobrimento das máquinas, que limita a propagação do ruído ao operador, só pode ser concebido se há poucas intervenções cotidianas nelas;
- a utilização de materiais absorventes no nível das paredes dos locais reduz a propagação do ruído por reflexão, o que melhora a acústica, mas só é eficaz, em termos de redução do nível sonoro, para os operadores situados longe da fonte.

A utilização dos EPIs, (capacetes, protetores auriculares) é um meio facilmente adotável a baixo custo, mas que tem uma eficácia limitada (apesar de grandes progressos) na medida em que a proteção é incompleta em caso de ruído de nível sonoro superior a 110-120 dB (A). A proteção proporcionada pode igualmente variar, sobretudo no que se refere às proteções auriculares, segundo o cuidado empregado na colocação, os movimentos da cabeça e da mandíbula na fala e na mastigação.

As vibrações

O corpo humano é submetido a vibrações durante a utilização de ferramentas, máquinas ou meios de transporte, os quais são capazes de produzir um incômodo ou um risco.

Infelizmente, apesar dos numerosos estudos que foram empreendidos, devemos admitir que nosso conhecimento dos efeitos das vibrações sobre o homem permanece rudimentar.

Diz-se que um objeto vibra quando há deformação regular deste em torno de sua posição de origem (exemplo: vibração de um diapásio). Caracterizam-se as vibrações por duas grandezas: sua frequência e sua intensidade, a qual se mede pela aceleração (variação temporal da velocidade) sofrida pelo elemento durante a deformação, sendo os resultados expressos em m/s^2 . A normalização internacional, adotada nas normas francesas e europeias, preconiza um cálculo que aplica às medidas de aceleração realizadas uma ponderação proporcional à frequência. Essa ponderação tem como objetivo dar maior importância às vibrações, cuja frequência é considerada mais perigosa, e a minorar as outras. O cálculo da aceleração equivalente integra as características da exposição (duração e valor da exposição cotidiana às vibrações). A partir deste, valores limites e abacos permitem constatar então o risco corrido e adotar ações de prevenção.

Os efeitos das vibrações – Em relação às vibrações, o corpo humano não se comporta como um todo (exceto em frequências muito baixas), mas como um conjunto de massas suspensas umas às outras. Há modificação das vibrações quando são transmitidas às diferentes partes do corpo. Trata-se ao mesmo tempo de modificação de sua intensidade (amplificação ou atenuação) e de sua fase (duas partes do corpo podem deixar de vibrar de maneira idêntica no tempo, ocorrendo um ligeiro atraso) devido à frequência. Essas modificações implicam deformação do corpo, com efeitos nocivos (M. J. Griffin, 1990; NF FD CR 12349, 1996) que crescem com a intensidade, o tempo de exposição, os esforços exercidos na ferramenta, mas que são também relacionadas à gama de frequência das vibrações, da postura de trabalho e do estado de saúde ou fadiga do operador. Distinguem-se habitualmente as vibrações transmitidas por uma ferramenta ao membro superior (gama de frequência estudada: 5,6 a 1.414 Hz) daquelas transmitidas ao conjunto do corpo (ISO 2631-1, 1997) por uma máquina fixa ou um veículo (gama de frequência estudada: 0,5 a 80 Hz). A presença de vibrações acarreta um aumento de dificuldade na realização das tarefas pelo operador, devido à diminuição na coordenação dos gestos, na precisão, na rapidez.

Vibrações transmitidas por ferramentas seguradas pela mão. – Essas vibrações provocam distúrbios limitados essencialmente ao membro superior. Na França, anualmente são identificados entre 100 e 150 novos casos de doenças profissionais, há alguns anos:

- distúrbios osteoarticulares, que atingem a mão, o punho, o cotovelo e o ombro. Provocam incômodo e dores, em particular quando se fazem movimentos e durante a utilização das ferramentas;
- distúrbios angio-neurológicos, na maioria das vezes localizados na mão. Consistem em distúrbios locais de circulação, acarretando uma estase sangüínea (com vermelhidão, edema), e são acompanhados de uma perda passageira de sensibilidade, mas também de distúrbios musculares.

Segue-se um incômodo na utilização das ferramentas (menor sensibilidade tátil, menor controle motor) bem como o surgimento de dores.

O valor da a
oito horas (posi
de $2,5 m/s^2$. Un
a partir da expo

Vibrações
no caso de alta
dorsais e lomb
digestivos e ve
às afecções cr

Observan
trabalho:

- uma
- cabe
- um m
- as p
- um
- des

O valor
de oito hora
partir de 0,6

Agir so
frequência
mal fixadas
ratrizes). E
são diferent

No caso
nuir as vibra
mais utiliza
ao cabo e a
podem tam
atenuar a t
frequência

Quant
co deve at
não amplifi
um andar
dispositivo
obra, trato

No q
facilitam a
frequência
o uso de f

O valor da aceleração equivalente não deve ultrapassar 5 m/s^2 para uma exposição de oito horas (posição comum CE, 2001), e medidas de proteção devem ser adotadas a partir de $2,5 \text{ m/s}^2$. Uma tabela permite prever o surgimento de distúrbios angio-neurológicos a partir da exposição cotidiana (ISO/DIS 5349-1, 1999).

Vibrações transmitidas ao conjunto do corpo. – Diferentes autores mencionam, no caso de altas intensidades (entre 4 e 12 Hz), dores torácicas, abdominais, musculares, dorsais e lombo-sacrais. Os principais distúrbios de saúde que foram evidenciados são digestivos e vertebrais. Em 1999, foi criado o quadro 97 das doenças profissionais, relativo às afecções crônicas da região lombar, produzidas por vibrações.

Observam-se essencialmente três tipos de efeitos das vibrações nas capacidades de trabalho:

- uma diminuição do desempenho visual, agravada por movimentos complexos da cabeça, o que acarreta erros, incidentes ou mesmo acidentes;
- um menor controle motor (movimentos, reflexos, equilíbrio, postura) que reduz as possibilidades de ação;
- um aumento no tempo de reação (com diminuição da atenção, da percepção e desempenho mental e da fadiga), o que reduz a qualidade das ações realizadas.

O valor da aceleração equivalente não deve ultrapassar $1,15 \text{ m/s}^2$ para uma exposição de oito horas (posição comum CE, 2001), e medidas de proteção devem ser adotadas a partir de $0,6 \text{ m/s}^2$.

Agir sobre a situação. – Além de um defeito de concepção, as vibrações provêm com frequência de má manutenção ou funcionamento da ferramenta ou da máquina (peças mal fixadas, gastas...), mas podem igualmente ser o efeito desejado (máquinas perfuratrizes). Em cada caso, as soluções a considerar para melhorar a situação do operador são diferentes, mas visam reduzir a transmissão das vibrações ao solo ou ao operador.

No caso das ferramentas vibráteis seguradas com a mão, trata-se de suprimir ou diminuir as vibrações transmitidas ao operador pelo cabo da ferramenta. As soluções atualmente mais utilizadas consistem essencialmente em desacoplar o corpo da ferramenta em relação ao cabo e a diminuir seu “recuo”, como foi feita em certas perfuratrizes. As máquinas fixas podem também ser presas ao solo por intermédio de isoladores antivibráteis permitindo atenuar a transmissão das vibrações. Estes devem ter características adaptadas à gama de frequência a eliminar.

Quanto às vibrações transmitidas ao motorista e aos passageiros num veículo, o banco deve atenuar as frequências entre 4 e 12 Hz, potencialmente perigosas para o corpo, e não amplificá-las. A suspensão da cabine em relação ao resto do veículo permite acrescentar um andar suspenso suplementar e reduzir a amplitude das vibrações transmitidas. É um dispositivo interessante no caso dos veículos sem suspensão (máquinas para canteiros de obra, tratores agrícolas).

No que se refere ao operador, convém evitar os esforços na ferramenta (estes facilitam a transmissão das vibrações ao operador). As luvas “antivibráteis” produzem com frequência uma dificuldade para segurar a ferramenta, suscitando da parte do operador o uso de força maior e, portanto, a anulação do efeito de atenuação.

Enfim, certas posturas agravam consideravelmente o efeito das vibrações: é o caso das flexões da coluna vertebral ou de sua torção entre a bacia e o tórax. Assim, são sempre muito importantes a concepção do posto de trabalho e a localização das máquinas adicionais, seus comandos e fontes de informação.

A ambiência térmica

Trata-se do micro clima do posto de trabalho. Numa edificação, este pode variar de uma zona a outra do local, conforme o processo utilizado, mas também sofrer a influência do clima exterior e suas variações sazonais. Os componentes da ambiência térmica são: a temperatura, a velocidade de deslocamento do ar, a umidade e a radiação infravermelha. A ambiência térmica no trabalho é um parâmetro significativo, que interage com as possibilidades de trabalho físico do operador.

O homem é homeotérmico: tem a possibilidade de regular sua temperatura interna, a qual, para um funcionamento ideal do organismo, deve ficar próxima de 37°C. O exercício físico produz calor suplementar do qual uma parte, em geral, deve ser eliminada no exterior do corpo de modo a manter estável a temperatura central. É mais fácil fazer essa eliminação numa ambiência fria do que numa quente, e neste caso é comum ver a temperatura interna aumentar sob o efeito combinado do trabalho físico e do calor. Se o corpo esquenta demais, o trabalho físico e, em seguida, a sobrevivência se tornam impossíveis.

Os efeitos no corpo humano. – O corpo humano é sensível à ambiência térmica global. Podemos experimentar sensações similares ou mesmo idênticas em relação a diferentes combinações das características da ambiência. Para um trabalho sedentário, a sensação de conforto ocorre quando as variáveis características da situação estão próximas dos valores considerados neutros (temperatura do ar: 20 a 21°C, umidade relativa: 50 a 60%, velocidade de circulação do ar: 0,1 a 0,25 m/s). Há todavia significativas diferenças interindividuais na apreciação desse conforto, o que torna delicada a elaboração de um consenso no assunto. O conforto depende, é claro, da isolação provida pelas roupas.

O trabalho no calor impõe uma redistribuição do sangue e uma aceleração de sua circulação no organismo para responder simultaneamente às exigências do trabalho e da termorregulação. Sendo fixo o volume sanguíneo, e necessária uma irrigação mínima dos tecidos, produz-se um conflito entre as duas exigências quando a elevação da temperatura central se torna grande demais. Os efeitos patológicos imediatos ocorrem através de ativação excessiva da termorregulação que produz: síncope no calor, desidratação, afecções cutâneas. Os efeitos a longo prazo são essencialmente efeitos no sistema cardiovascular. Os efeitos essenciais no trabalho consistem na diminuição da vigilância, no aumento do tempo de decisão, na degradação das coordenações sensório-motoras.

Quando o trabalho é no frio, a manutenção da temperatura central é obtida através de redistribuição do fluxo sanguíneo, o que leva a uma queda de temperatura na periferia do corpo. Esta, em particular a pele, se torna uma zona "tampão" com temperatura mais baixa que a central, o que limita as perdas térmicas. Se esses reajustes se revelam insuficientes, ocorre o aumento do metabolismo, da tensão muscular e o aparecimento do arrepiamento, que produzem calor para impedir o resfriamento central, mas cuja duração é limitada. O trabalho físico pesado é favorecido pelo frio, se as extremidades não estiverem ameaçadas por congelamentos, pois as perdas térmicas requeridas quando do aumento metabólico são favorecidas. Há, no entanto, baixa de rendimento no caso de um trabalho exigindo boa

propriocepção
da pelo frio. Os
pelo aparecime

A medida
quência se tor
do ar, radiação
nea, roupas).
o operador e
por isso foran
Mairiaux e J.

Esses me
tais no posto
dumentário
Podem igual
diferentes va

- Os in
insatisfeitos
1986) e à pr
Permitem u
podem, por
está confort

- O in
estimativa
no homem
o conhecim
está expos
com relação
cabe redu
local. Vale
indumenta
relativame
de disposi
de proteçã
fonte de c

- A
trocas té
depende
estiver s
de expos
ao trabal

Ag
arquitecto
e da mo

No
descans
ao amb

propriocepção e uma grande agilidade dos dedos. A atividade mental é pouco influenciada pelo frio. Os efeitos patológicos ocorrem pela ativação excessiva da termorregulação e pelo aparecimento de enregelamento e congelamento com queimaduras.

A medida da ambiência e a análise. – A medida da ambiência térmica com frequência se torna difícil em virtude da variação rápida dos fatores ambientais (velocidade do ar, radiação etc.) e das características do operador (movimentos, temperatura cutânea, roupas). O cálculo das trocas térmicas (R. P. Clark e O. G. Edholm, 1985) entre o operador e seu meio ambiente se revela, portanto, difícil e repleto de aproximações, por isso foram criadas normas de avaliação, facilitando assim a análise da situação (Ph. Mairiaux e J. Malchaire, 1990) do operador em relação à ambiência térmica.

Esses métodos necessitam do conhecimento das características dos fatores ambientais no posto de trabalho, do gasto energético durante a atividade e do isolamento indumentário do operador. São normalizados em nível francês, europeu e internacional. Podem igualmente ser utilizados como ferramenta de simulação mudando-se o valor das diferentes variáveis.

- Os índices PMV (opinião média previsível) e PPD (porcentagem previsível de insatisfeitos) se relacionam à avaliação de fatores térmicos moderados (NF ISO 7730, 1986) e à previsão da sensação térmica do corpo em seu conjunto (conforto-desconforto). Permitem uma previsão quantitativa do número de pessoas insatisfeitas no ambiente e podem, portanto, ser utilizadas para verificar ou prever se uma dada condição térmica está conforme ao critério de conforto.

- O índice IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo) pretende ser uma estimativa do rigor térmico em ambiente quente, pela avaliação do efeito médio do calor no homem (NF EN 27243/ISO 7243, 1994). Para o seu cálculo é necessário, em particular, o conhecimento da umidade ambiente e da irradiação infravermelha, à qual o operador está exposto. É preciso então, comparar esse valor a valores de referência estabelecidos com relação ao gasto energético do operador no trabalho. Caso estes sejam ultrapassados, cabe reduzir o constrangimento térmico, o trabalho físico, ou o tempo de presença no local. Vale ressaltar que esse modo de cálculo leva em conta apenas um único isolamento indumentário, correspondente a um uniforme de trabalho comum, e pressupõe exposições relativamente longas (uma hora). Essa limitação é inconveniente porque, na proximidade de dispositivos quentes, os operadores, com frequência, devem estar equipados com trajés de proteção mais isolantes e permanecem, às vezes, por pouco tempo na proximidade da fonte de calor.

- A determinação analítica do constrangimento térmico se baseia no cálculo das trocas térmicas através da evaporação do suor (NF EN 12515/ISO 7933, 1997). Estas dependem essencialmente da umidade ambiente (nenhuma evaporação é possível se o ar estiver saturado de umidade) e da água corporal disponível. Essa norma prediz o tempo de exposição no ambiente térmico considerado, em relação ao gasto energético devido ao trabalho e do isolamento indumentário.

Agir sobre a situação. – A ação contra o calor deve ser realizada através da concepção arquitetônica (limitação da penetração ou da propagação da radiação infravermelha no local) e da modificação térmica do ambiente de trabalho (mas certos processos são modificáveis?)

No nível do operador, é recomendado reduzir a intensidade do trabalho físico, permitir descansos em salas climatizadas e favorecer a termorregulação corporal por aclimação ao ambiente térmico no posto.

É possível também usar trajes protetores contra a irradiação infravermelha. Todavia, pelo isolamento que implicam, acarretam uma diminuição das trocas efetuadas por evaporação e uma elevação da temperatura central, o que vai contra as necessidades da termorregulação.

Contra o frio, a solução mais evidente consiste, no caso de um posto fixo, em providenciar um aquecimento suficiente. Se o frio é indispensável, é através do isolamento indumentário que a situação poderá ser melhorada.

O traje fornece uma proteção passiva isolante, exceto em casos particulares (traje aquecido), ligada à camada de ar retida pelas fibras do tecido e entre as camadas de roupas. Esta é tributária dos movimentos, das compressões que se exercem no tecido e a expulsam para o exterior. Há em seguida reincorporação de ar frio. Nesse sentido, todo trabalho físico reduz portanto o isolamento indumentário. Para evitar a condensação, o traje precisa satisfazer duas exigências contraditórias: deixar sair o vapor de água e evitar expulsar o ar quente para fora do tecido, ajuste que certos tecidos modernos tentam realizar. O volume dos trajes limita a proteção contra o frio durante o trabalho físico. No caso da mão, é difícil isolar os dedos sem restringir a habilidade manual. A aclimatação ao frio melhora o isolamento pela espessura maior das zonas "tampão" criadas no invólucro corporal.

Ambiência luminosa

Por ambiência luminosa, entende-se a quantidade de luz natural ou artificial no nível da situação de trabalho. Diferentemente das outras ambiências físicas, uma iluminação incorreta induz à fadiga, ao desconforto, mas não provoca, *a priori*, nenhuma doença profissional. A qualidade da ambiência luminosa só é lembrada quando se trata do trabalho com monitor, este influi muito no conforto visual nessa situação. Assim, em 1992, 23% de uma população de utilizadores de monitores ligavam (com ou sem razão) seus distúrbios oculares à má iluminação de seu local de trabalho.

As variáveis medidas para avaliar a qualidade da ambiência luminosa são a iluminação, a luminância e o contraste. A iluminação (em lux) representa a quantidade de luz que chega ao posto de trabalho. A luminância (em cd/m^2) representa a quantidade de luz que vai finalmente penetrar no olho e estimular a retina. A luz pode vir por propagação direta, mas a situação mais freqüente consiste numa propagação por reflexão (a luz proveniente da fonte é refletida pelos objetos, em direção ao olho). A luminância não corresponde portanto diretamente à iluminação, pois para uma mesma iluminação, a quantidade de luz refletida por um objeto varia de acordo com a sua natureza. Assim, uma superfície clara, lisa (como uma parede pintada de branco) será muito refletora, enquanto uma superfície escura, fosca, refletirá pouca luz para o olho (exemplo: uma cortina preta ou uma superfície coberta de poeira escura).

Os efeitos visuais do trabalho. – Se a luminância é muito alta, ou seja, se a quantidade de luz entrando no olho é muito grande, há risco de ofuscamento, o que implica uma visão difícil ou impossível, e mesmo um risco de lesão na retina, em casos extremos. Se a luminância é fraca demais, a percepção é igualmente ruim ou impossível. O conforto da situação depende também do contraste, ou seja de uma relação de luminância entre o objeto observado e os que o cercam. Em casos de iluminação ruim ou de tarefa visual

desgas
pequen
propor
(irrita
conver
Esses
se det
desca

ilumin
35-10
corre
do op
desfa
utiliz
com
pode
post

198
a ci
deta
ilun
l'éc
ele

é o
vis
ma

flu
de
pa
ec
do

R

A
l'
C
D
c
J

desgastante (trabalho com lupa, no microscópio, leitura com iluminação fraca, letras pequenas, trabalho frente ao monitor etc.) aparece progressivamente uma fadiga visual, proporcional à dificuldade e ao tempo de exposição. Manifesta-se por sintomas oculares (irritação), visuais (visão degradada pela diminuição das possibilidades de acomodação e convergência ocular, variação da sensibilidade) e gerais (fadiga geral, dores de cabeça). Esses efeitos visuais reforçam a dificuldade da tarefa e a situação do operador tende a se deteriorar ainda mais. Como toda fadiga, esta desaparece após um certo tempo de descanso, conforme a exposição.

Agir sobre a situação. – Prover uma boa iluminação implica portanto buscar uma iluminação adaptada. Há normas que dão os valores de iluminação recomendados (NF X 35-103, 1990; ISO 8995, 2002), em geral entre 200 e 500 lux, conforme as situações. Nelas, correções às recomendações gerais são propostas em relação ao tipo de tarefa, ou à idade do operador (NF X 35-103, 1990). Todavia, se tais prescrições evitam as situações mais desfavoráveis, não podem atender à diversidade das situações. É necessário conhecer o utilizador (suas necessidades dependem da idade, pois as características visuais mudam com ela), sua maneira de trabalhar e sua posição em relação às fontes luminosas para poder efetivamente determinar a iluminação necessária e a disposição das fontes ou do posto de trabalho.

Em complemento, é preciso respeitar valores mínimos de iluminação (decreto 83-721, 1983), os quais só são compatíveis com trabalhos bastante rudimentares e com lugares para a circulação das pessoas. Quando uma percepção visual mais elaborada (leitura, visão de detalhes, de cores) é necessária, é preciso uma iluminação adaptada, mais intensa, e uma iluminação local orientável, não ofuscante, pode ser necessária (Association française de l'éclairage, 1993). Para boa percepção visual, os valores do contraste entre os diferentes elementos da cena visual podem ser determinados com o auxílio de tabelas de cálculos.

Em caso de luminância excessiva, a única proteção individual que se pode considerar é o uso de óculos destinados a baixar a luminância das zonas compreendidas no campo visual. Fácil de adotar, essa solução tem, no entanto, como desvantagem imediata tornar mais difícil, senão impossível, a percepção das zonas menos luminosas.

Em todos os locais onde parte da iluminação é natural, é preciso considerar com a flutuação cotidiana e sazonal da mesma. Assim, a localização de um monitor de computador deve levar em conta, ao mesmo tempo, a disposição das luminárias e a posição das janelas para evitar reflexos incômodos na tela. Em particular, as janelas podem ser utilmente equipadas com cortinas ou persianas para limitar a entrada da luz natural em certas horas do dia.

Referências

- ASSOCIATION FRANÇAISE DE L'ÉCLAIRAGE. *Recommandations relatives à l'éclairage intérieur des lieux de travail*. Paris: Lux Éditions, 1993.
- CLARK, R. P.; EDHOLM, O. G. *Man and his thermal environment*. London: Arnold, 1985.
- DÉCRET n° 83-721 du Ministère des Affaires Sociales et de la Solidarité Nationale, complétant le Code du travail sur l'éclairage des lieux de travail, article R. 232-6-2, *Journal Officiel*, 5 août, 1983.

- DIRECTIVE 2003/10/CE du Parlement Européen et du Conseil du 6 février 2003. Prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit), *Journal officiel*, n.L 042 du 15 fév. 2003, p. 0038-0044.
- GAMBA, R. et al. *Réduire le bruit au travail*. Lyon: ANACT, 1987. (Outils et Méthodes).
- ; ABISOU, G. *La protection des travailleurs contre le bruit*. Lyon: ANACT, 1992. (Outils et Méthodes).
- GRIFFIN, M. J. *Handbook of human vibration*. London: Academic Press, 1990.
- GUÉRINF, et al. *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*. Lyon: ANACT, 1997. (Outils et Méthodes).
- ISO 2631-1, norma internacional. *Vibrations et chocs mécaniques. Évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps*, 1997 (Partie 1: Spécifications générales).
- ISO 8995, norma internacional. *Éclairage d'intérieur pour des lieux de travail*, 2002.
- ISO/DIS 5349-1, norma internacional. *Vibrations mécaniques. Mesurage et évaluation de l'exposition des individus aux vibrations transmises par la main*, 1999. (Partie 1: Principes directeurs généraux).
- MAIRIAUX, P.; MALCHAIRE, J. *Le travail en ambiance chaude, principes, méthodes, mise en oeuvre*. Paris: Masson, 1990.
- NF EN 12515/ISO 7933, norma européia. *Ambiances thermiques chaudes. Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de la sudation requise*, 1997.
- NF EN 27243/ISO 7243 norma européia. *Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail basée sur l'indice WBGT*, 1994.
- NF FD CR 12349, norma francesa documental. *Vibrations mécaniques: Guide concernant les effets des vibrations sur la santé du corps humain*, 1996.
- NF ISO 7730. norma francesa. *Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique*, 1986.
- NF X 35-103, norma francesa. *Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail*, 1990.
- PAOLI, P. *Second European survey on working conditions*. Dublin, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions Editions, 1997.
- POSITION COMMUNE (CE) n° 26/2001 du 25 juin 2001 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibrations), *Journal officiel*, n.C 301 du 26 oct. 2001. p. 0001-0013.

Ver também:

- 4 - Trabalho e saúde
- 5 - O processo da informação
- 7 - O trabalho em condições extremas
- 9 - Envelhecimento e trabalho
- 10 - Segurança e prevenção: referências jurídicas e ergonômicas

Introdu

Extremo
de um c
objetivo
possam

Com
mesmo
situaçõ
ou soci
engenc
margem
quais v

A
de tra
ambiq
é acei
limita
infeli
ou q
pode
palia

qua
e c
as
me
no
ap
oc
br