

ADMINISTRAÇÃO DO TRABALHO E ENGENHARIA SANITÁRIA

CARLOS R. M. RAMOS

STENIO V. T. RANZINI

"A eficiência do serviço e o bem-estar de quem trabalha são dois alvos da boa administração. O bem-estar vem como consequência da eficiência; e esta se deriva das boas condições de trabalho e segurança social." — ARLINDO RAMOS

Têm sido encaradas com grande interesse pelos nossos homens de empresa a adaptação do homem ao trabalho e sua recíproca. O emprêgo inteligente da capacidade humana no que concerne ao trabalho é meta de toda a boa administração. A defasagem entre o ritmo do progresso tecnológico e o desenvolvimento industrial condiciona problemas de adaptação do homem ao seu ambiente de trabalho. Por outro lado, têm sido intensos e contínuos os esforços no sentido de integrar o homem à sua tarefa.

Transformação de processos, métodos e mesmo mudanças radicais nos ambientes industriais têm sido usados para torná-los mais adequados às necessidades dos que trabalham. Últimamente, o problema tem ultrapassado a esfera patronal, e condições mínimas ambientes que previnam o desconforto ou o dano fisiológico no trabalho tornam-se problema de interesse social.

CARLOS R. M. RAMOS — Do Serviço de Engenharia Ocupacional do SESI.

STENIO V. T. RANZINI — Do Serviço de Engenharia Ocupacional do SESI.

A RESPONSABILIDADE SOCIAL PELA SEGURANÇA

Para que se realize o desejável equilíbrio entre os interesses e direitos dos empregados e os direitos e interesses dos empregadores há de ser criadas as condições em que o trabalho possa desenvolver-se de tal modo que a vida dos operários não seja colocada em risco.

As doenças profissionais e os acidentes do trabalho não são fatos fortuitos; são causados. Sem nos referirmos às condições psicológicas que devem merecer a atenção do homem-de-empresa ao estabelecer as diretrizes de administração de pessoal, vamos tratar aqui apenas do ambiente físico do estabelecimento fabril, circunscrevendo nosso estudo à área da segurança e higiene do trabalho.

É claro que, além da obrigação legal de estabelecer os requisitos mínimos de conforto para que haja trabalho eficiente, o empresário tem, normalmente, o interesse de zelar pela boa produtividade.

Quando a doença profissional ou o acidente do trabalho afetam a pessoa do trabalhador há, além do mal causado à pessoa, com conseqüências graves para os seus familiares e repercussão na comunidade nacional, prejuízos de ordem econômica que afetam a própria empresa.

Nossas leis trabalhistas, bastante adiantadas, obrigam as empresas a adotar certas medidas mínimas de segurança tendentes a evitar acidentes do trabalho e moléstias profissionais; mas, os empresários de mentalidade esclarecida não se limitam a cumprir as exigências legais: conscientes de sua responsabilidade social e tendo em vista os fins da empresa, utilizam-se dos recursos da Engenharia e das Ciências Sociais para minimizar os conflitos de trabalho.

Diante das alternativas de (a) simplesmente realizar o seguro, (b) arcar com os ônus legais decorrentes do pagamento das taxas de insalubridade e (c) sanear o ambiente de trabalho, diminuindo ou eliminando a periculosidade e a insalubridade, é evidente que a escolha da última alternativa é mais sábia, mais humana e mais lucrativa a longo prazo.

O Estado, através da Legislação Social do Trabalho, estabelece obrigações mútuas entre empregados e patrões, responsabilizando os últimos pelo aproveitamento dos primeiros. A *Organização Internacional do Trabalho* estuda os problemas referentes ao trabalho, sendo que dos subsídios por ela levantados os diversos países que dela participam incorporam em sua legislação específica normas para utilização de sua força produtiva. Por outro lado, a estabilidade do pessoal passou a ser objeto de cuidado e interesse por parte das empresas, pois administradores viram nela razões condicionantes do sucesso dos empreendimentos. As necessidades das empresas e o interesse social almejam, portanto, nos tempos atuais, vinculação cada vez mais profunda entre o homem e a empresa.

Os problemas dos desajustamentos do homem no trabalho são cuidadosamente estudados; um novo campo de pesquisa está aberto e diuturnamente numerosos subsídios são incorporados às técnicas administrativas. Novos métodos e técnicas são colocados ao alcance dos empresários no sentido de tornar cada vez mais eficiente a integração do homem à empresa. A Engenharia tem sido chamada a colaborar nesse esforço, assim como a Psicologia, a Biologia, a Estatística e outros ramos do conhecimento.

A Engenharia tem procurado projetar e construir máquinas condicionadas às aptidões e conveniências do homem médio, bem como criar equipamento suplementar que as supere. A Engenharia Sanitária, em particular, procura sanear os locais de trabalho, projetando e criando equipamento capaz de segregar o homem das operações potencialmente perigosas à sua saúde.

Apresentaremos neste artigo dois trabalhos realizados no parque industrial de São Paulo que visam a minorar a exposição de operários a vapores e fumos de chumbo e a sobrecargas de energia radiante provenientes de forno de forjaria.

Os vapores e fumos de chumbo, quando em concentrações superiores a 0.20 mg/m^3 , são capazes de produzir nos operários uma intoxicação denominada saturnismo, que pro-

voca distúrbios no sistema nervoso, de caráter irreversível. Em suas manifestações menos agudas as sobrecargas térmicas originam a fadiga precoce e a exaustão; suas manifestações mais intensas são câibras e choques térmicos.

Os estudos a que fizemos referência resultam da experiência pessoal dos autores, mas poderão suscitar pesquisas mais avançadas. O empresário poderá nos casos citados verificar estudos típicos de saneamento de locais de trabalho, bem como suas relações com os problemas administrativos.

EXPOSIÇÃO A FUMOS E VAPÔRES DE CHUMBO

Numa linha de montagem de veículos o departamento médico da indústria levantou suspeitas de que estivesse havendo intoxicação pelo chumbo. Era o que indicavam os sintomas apresentados por operários que recorriam ao ambulatório da fábrica. Conseqüentemente, foi solicitado um estudo das condições de trabalho na linha de fabricação.

Verificou-se que os operários responsáveis pelo acabamento das carroçarias utilizavam uma liga de chumbo-estanho, cuja finalidade era dar continuidade à superfície das chapas antes da pintura. A liga, em estado pastoso, era aplicada nos locais necessários e depois esmerilhada para obter a superfície sem rugosidade ou descontinuidade. A constatação da operação indicou desprendimento de fumos e poeira de chumbo. Procurou-se, então, colhêr várias amostras de ar, ao longo da linha, para estabelecer dados quantitativos sôbre a presença do chumbo.

A amostragem foi realizada com equipamento apropriado e os tubos coletores foram entregues a um laboratório químico para determinar as dosagens do elemento pesquisado. Com êsses dados foi possível estabelecer a tabela reproduzida no Quadro 1, assim como comparar os valôres nela transcritos com o valor considerado "limite de tolerância". Por *limite de tolerância* se entende a exposição até a qual o trabalhador pode ficar sujeito, durante a jornada normal de trabalho e por tempo indeterminado, sem prejuízo para a saúde.

A análise do Quadro 1 mostra-nos que 63% dos valores nêle contidos ultrapassam o limite de tolerância, mantendo com êste relações que variam de 1.38 a 427.50. Evidentemente, as suspeitas do departamento médico estavam confirmadas: os dados coletados demonstravam o iminente perigo de saturnismo a que os operários se arriscavam por elevada exposição ao chumbo.

QUADRO 1: *Concentração de Chumbo em mg/m³*

| N.º de Campo | Concentração | Concentração/Limite de Tolerância |
|--------------|--------------|-----------------------------------|
| 1 | 0.021 | 0.10 |
| 2 | 0.036 | 0.18 |
| 3 | 3.120 | 15.60 |
| 4 | 0.785 | 3.90 |
| 5 | 0.275 | 1.38 |
| 6 | 0.429 | 2.45 |
| 7 | 0.027 | 0.13 |
| 8 | 11.600 | 58.00 |
| 9 | 35.450 | 176.50 |
| 10 | 0.480 | 2.40 |
| 11 | 1.45 | 7.25 |
| 12 | 1.310 | 6.55 |
| 13 | 1.720 | 8.60 |
| 14 | 0.475 | 2.37 |
| 15 | 0.089 | 0.44 |
| 16 | 85.50 | 427.50 |
| 17 | 6.10 | 30.50 |

Procurou-se verificar, então, a consequência dêsse fato sôbre a mão-de-obra e as inter-relações econômicas daí resultantes.

Em primeiro lugar, havia que considerar a obrigação legal de remunerar os operários, em razão da insalubridade, com a sobretaxa de 40% do salário mínimo. Dados colhidos pela indústria indicavam que 19 de 52 empregados examinados por suspeita de saturnismo apresentavam indícios de intoxicação pelo chumbo ou haviam sido submetidos a tratamento especializado. Cêrca de uma dezena dêles estivera afastada do serviço por mais de um mês. A comparação entre a porcentagem de operários que deixaram a fábrica com a dos que se afastaram da seção mostrou que a segunda era 3,9 vêzes maior que a primeira. Veri-

ficou-se, também, um ônus suplementar quanto a prêmios de seguros pelo grande absentismo.

Os dados apresentados levaram a gerência da indústria a consultar o departamento de engenharia sobre qual seria a medida mais indicada para minorar a exposição. O departamento, em resposta, sugeriu a estanhagem de carroçarias dentro de cabina apropriada, provida de exaustão, de modo que captasse os fumos e a poeira de chumbo antes que êsses agentes atingissem a zona respiratória dos operários.

Para não alterar de modo ponderável a linha de produção demarcou-se um lugar para a construção da cabina, especificando-se, em seguida, os dados técnicos necessários à obtenção do afastamento da mão-de-obra, dos vapôres e fumos nocivos.

Fixou-se em 0,5 m/seg. a velocidade de captura à meia altura da cabina a fim de garantir o mínimo de 560 trocas de ar por hora. Para tanto foi idealizada uma cabina com insufladores na parte superior e exaustores ao nível do piso. O ar aspirado é forçado a atravessar uma cortina d'água na qual ficam retidos os fumos e vapôres citados, que são posteriormente lançados à atmosfera externa. A Figura 1 apresenta pormenores e cortes da cabina aludida.

SUMÁRIO DE CÁLCULO DA CABINA DE LIXAMENTO (Fig. 1 — cont.)

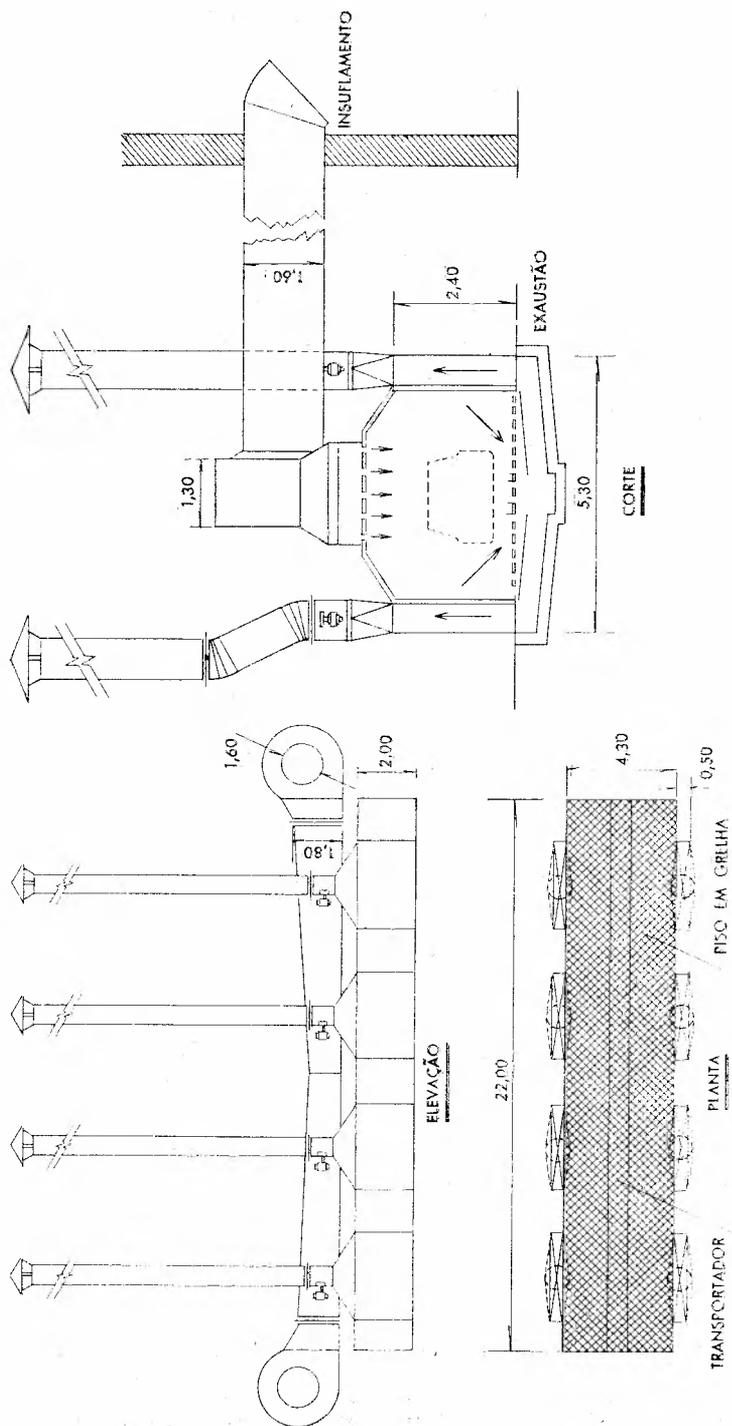
A — Insuflamento

- 1 — Volume de ar a ser trocado: 282,0 m³.
- 2 — Vazão a ser insuflada para garantir 0,5 m/seg. na seção longitudinal média da cabina: 48,0 m³/seg..
- 3 — Vazão admitida pelas portas: 8,5 m³/seg..
- 4 — Vazão total: 56,5 m³/seg..
- 5 — Número de trocas de ar por hora: 610 (garante velocidade de captura condizente com as exigidas para as substâncias empregadas no processo).
- 6 — Número de insufladores: 2.
- 7 — Vazão por insuflador: 24,0 m³/seg..
- 8 — Total das perdas de carga: 0,50 pol. de coluna de água.
- 9 — Potência no eixo, necessária ao insuflamento: 15 BHP/insuflador.

B — Exaustão

- 1 — Número de exaustores: 8.
- 2 — Vazão por exaustor: 56 m³/seg..
- 3 — Total das perdas de cargas: 2,00 pol. de coluna de água.
- 4 — Potência no eixo, necessária a exaustão: 5 BHP/exaustor.

FIGURA 1: Cabina de Lixamento de Carroçarias.



Conseqüência da instalação da cabina, o risco de intoxicação pelo chumbo foi afastado. A indústria continuou a pagar a sobretaxa a fim de não alterar sua política salarial. De acôrdo com a legislação vigente, foram previstos meios de "proteção coletiva à mão-de-obra, afastando-se a possibilidade de caracterização de insalubridade". A sobretaxa, portanto, deixou de compensar riscos a que pudessem estar expostos os trabalhadores e tornou-se uma suplementação dos salários pagos.

Dados econômicos de caráter quantitativo não puderam ser levantados, mas a implantação do sistema não trouxe modificações acentuadas no processo industrial.

EXPOSIÇÃO A TEMPERATURAS ELEVADAS

Outro problema foi o de eliminar a sobrecarga térmica em um ambiente fabril, através de utilização de equipamento suplementar.

Foi feito rigoroso levantamento das condições de trabalho, considerando-se o total da sobrecarga encontrada e comparando-se esta com a máxima capacidade orgânica de resistência sem perigo para a saúde.

Mediram-se em 11 pontos as variáveis com que se determinam as temperaturas-índices que caracterizam o ambiente quanto às exposições de calor nêle encontradas (temperatura de bulbo sêco e úmido, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura de globo).

No estabelecimento dos índices transcritos no Quadro 2 foram adotados os critérios prescritos pela ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*)¹ e constantes dos trabalhos de BLOOMFIELD, YAGLOU e BAETJER.

1) A ASHRAE — *American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.* — é uma sociedade norte-americana que congrega especialistas em aquecimento, refrigeração e condicionamento de ar. Através de catálogos anuais o "Guide and Data Book" publica artigos e re-

QUADRO 2: *Análise do Ambiente de Trabalho em face da Incidência de Temperaturas Elevadas*

| PONTOS | CRITÉRIO DA ASHRAE | |
|--------|----------------------|-----------------------------------|
| | Temperaturas-índices | Temperaturas máximas permissíveis |
| 1 | 36,0 | 36,2 |
| 2 | 37,0 | 35,5 |
| 3 | 42,5 | 36,0 |
| 4 | 38,5 | 36,0 |
| 5 | 50,0 | 37,5 |
| 6 | 37,0 | 36,6 |
| 7 | 48,0 | 38,0 |
| 8 | 41,0 | 36,7 |
| 9 | 35,5 | 36,6 |
| 10 | 45,0 | 37,3 |
| 11 | 52,0 | 37,0 |

A análise de cada caso consiste em verificar se a temperatura-índice encontrada é inferior à permissível, isto é, se as sobrecargas térmicas atingem intensidades potencialmente perigosas.

A comparação entre os dois índices evidenciou uma situação de elevada exposição ao calor. Como se tratava de uma forjaria, pensou-se em eliminar as fontes de energia radiante e procurou-se repetir a tabela desprezando-se essa parcela. (Vide Quadro 3.)

sultados de pesquisas desses especialistas, dentre os quais destacamos os de YAGLOU, um dos primeiros a estudar as condições anormais de ambientes industriais, seus efeitos sobre trabalhadores e métodos de controle. A entidade publica tabelas e gráficos através dos quais determinamos as temperaturas ditas máximas permissíveis. Essas tabelas e gráficos aparecem também em artigos de J. J. BLOOMFIELD e ANNA M. BAETJER.

QUADRO 3: *Análise do Ambiente de Trabalho em face da Incidência de Temperaturas Elevadas, Desprezando-se a Parcela Referente ao Calor Radiante*

| PONTOS | CRITÉRIO DA ASHRAE | |
|--------|----------------------|-----------------------------------|
| | Temperaturas-índices | Temperaturas máximas permissíveis |
| 1 | 21,5 | 31,0 |
| 2 | 22,0 | 30,0 |
| 3 | 25,0 | 30,0 |
| 4 | 26,0 | 30,0 |
| 5 | 29,5 | 31,5 |
| 6 | 23,5 | 30,0 |
| 7 | 29,5 | 32,0 |
| 8 | 29,0 | 30,5 |
| 9 | 28,0 | 31,0 |
| 10 | 28,5 | 31,0 |
| 11 | 28,0 | 31,5 |

Constatou-se então que, com a eliminação do calor radiante, em nenhum dos pontos a temperatura máxima permitida seria ultrapassada. Impunha-se, portanto, uma blindagem dos fornos capaz de segregar as fontes de calor radiante.

Ficou patente, outrossim, que para atingir condições de conforto seria necessária a instalação de sopradores destinados a insuflar ar, à temperatura externa, sobre os operários. Entretanto, tendo-se em vista o ônus que tal medida acarretaria e por já estarem satisfeitas, com o simples enclausuramento, as condições prescritas de segurança para o trabalho, limitaram-se os autores a sugerir o enclausuramento imediato como medida prioritária. Foi apresentado, assim, o esquema de proteção exibido na Figura 2.

Os dados referentes ao comportamento dos operários no ambiente sujeito a cargas de calor excessivas são de difícil

obtenção. Constatou-se, entretanto, que a relação entre as porcentagens de movimentação de pessoal na seção considerada e na indústria guardavam entre si a relação de 3,2; porcentualmente, portanto, o fluxo de pessoal na seção era 3,2 vezes maior que no restante da indústria.

A pesquisa junto ao ambulatório médico não ofereceu elementos subsidiários ao estudo do caso. O acompanhamento das operações, todavia, mostrou que os operários, procurando fugir a exposições contínuas de cargas térmicas elevadas, freqüentemente se afastavam do local de trabalho.

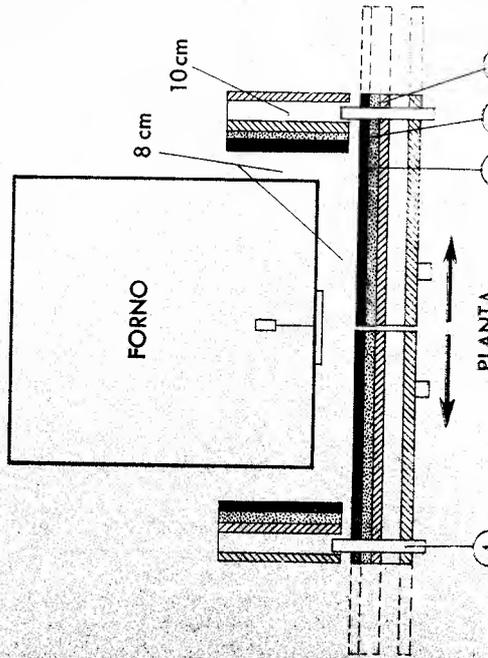
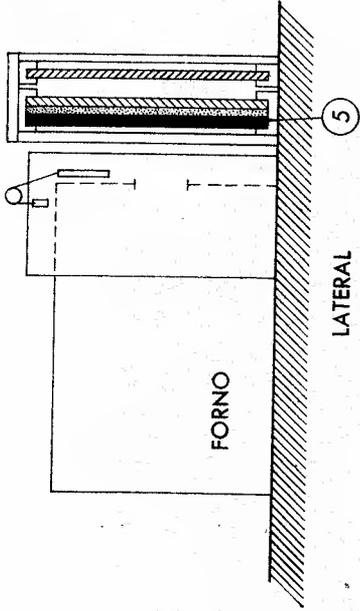
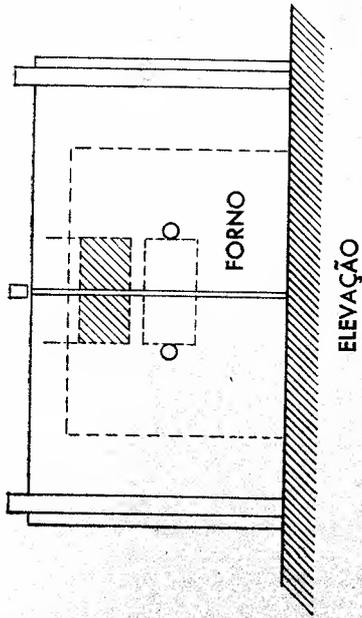
Muito útil, sob êsse aspecto, foi o estudo da *Comissão Indiana de Produtividade da OIT*, que correlacionou índices obtidos com um catatermômetro² e os tempos obrigatórios de afastamento do trabalho necessários para compensar a exposição a temperaturas excessivas.

Os dados resultantes de pesquisa de J. B. SHEARER transcritos no Quadro 4 dão idéia da duração desses afastamentos.

QUADRO 4: Afastamentos Obrigatórios por Exposição ao Calor

| Índices de catatermômetro milicaloria/cm ² /segundo | Porcentagens de descanso por turno de trabalho |
|--|--|
| 10 | 3 |
| 8 | 10 |
| 6 | 21 |
| 5 | 31 |
| 4 | 45 |
| 3 | 64 |
| 2 | 100 |

2) *Catatermômetro*: aparelho de vidro, semelhante ao termômetro, destinado a medir o poder de resfriamento ou aquecimento do ar por perdas ou ganhos de calor derivados de radiação e convecção do bulbo (milicalorias/cm²/seg.). Presta-se também para medir a velocidade de correntes de ar direcionais (m/seg.).



- ① CHAPA DE ALUMÍNIO POLIDO, ESPESURA DE 5 mm
- ② AMIANTO, ESPESURA DE 25 mm
- ③ CHAPAS DE AÇO.
- ④ SUPORTES PARA TRILHOS SUPERIORES.
- ⑤ TRILHOS INFERIORES.

A indústria resolveu os problemas pertinentes à proteção de seus operários através de uma blindagem não muito onerosa, medida com que logrou evitar a fadiga precoce e diminuir os afastamentos freqüentes. Com isso, obviamente, a produtividade aumentou. (Vide Figura 2.)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vista dos temas abordados, podemos dizer que no primeiro caso o de que se tratava era o estabelecimento de um sistema de exaustão e insuflamento de ar, que garantisse concentrações do elemento contaminante inferiores à concentração máxima permissível, e que no segundo caso o problema consistia na determinação de temperaturas, velocidades e unidades de ar no ambiente, e no estabelecimento de proteção contra calor radiante, fatores esses que, no conjunto, superados os efeitos nocivos, pudessem garantir segurança para a saúde dos trabalhadores daquele local.

Convém ressaltar, a propósito, que o estudo de ambientes laborais com a finalidade de torná-los seguros para os homens que nêles trabalham é complexo e de difícil generalização. Cada ambiente potencialmente perigoso exige estudo específico.

A despeito dessas dificuldades, porém, não seria sensato se a moderna empresa subestimasse a importância do bem-estar do seu pessoal, ainda que seus administradores só tivessem em vista o racional desenvolvimento econômico da organização. Destarte, como corolário do que acabamos de expor, impõe-se a adoção de medidas destinadas a adaptar o ambiente de trabalho às limitações de seus ocupantes. E é justamente no equacionamento técnico da problemática que êsse campo envolve e na determinação das respectivas soluções que a Engenharia Sanitária desempenha papel relevante, tornando-se praticamente indispensável seu valioso concurso.

BIBLIOGRAFIA

- ASHRAE, "Fundamental and Equipments" — Guide and Data Book, Nova Iorque: Industrial News, 1963.
- J. J. BLOOMFIELD, "Introducción a la Higiene Industrial", Editorial Revisté S. A., 1959.
- HAINES e HATCH, "Industrial Heat Exposures — Evaluation and Control", Industrial Hygiene Foundation.
- W. C. HEMEON, "Plant and Process Ventilation", Nova Iorque: The Industrial Press, 1955.
- OIT, "Introducción a el Estudio del Trabajo", Genebra, 1962.
- ARLINDO RAMOS, *Prática de Seleção e Aperfeiçoamento de Pessoal*, 1960.
- BENJAMIN A. RIBEIRO, *Notas de Aula*, Faculdade de Higiene e Saúde Pública — USP.
- ROSENAU, "Preventive Medicine and Hygiene".
- ANNA BAETJER, "High Temperature".
- REMI B. DA SILVA, *Ventilação e Ar Condicionado*, EPUSP, 1962.