

BD
1944
441/76



PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DO SERVIÇO PÚBLICO

NILO MARTINS RODRIGUES

CALOR HUMANO E AMBIENTE DE TRABALHO

Tese apresentada ao concurso para a carreira de
Técnico de Administração do D. A. S. P. — 1941 —
Secção "Assistência e Previdência Social aos
Servidores do Estado"

1944

IMPRENSA NACIONAL
RIO DE JANEIRO — BRASIL

F
331.019
R696



PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

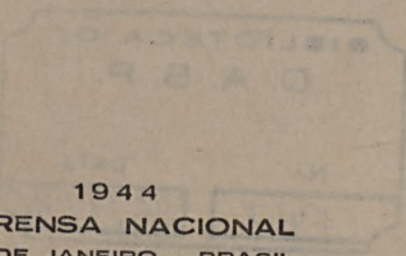
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DO SERVIÇO PÚBLICO

NILO MARTINS RODRIGUES

CALOR HUMANO E AMBIENTE DE TRABALHO

Tese apresentada ao concurso para a carreira de
Técnico de Administração do D. A. S. P. — 1941 —
Secção “Assistência e Previdência Social aos
Servidores do Estado”

130
1944
331.4
2696C



1944

IMPrensa NACIONAL
RIO DE JANEIRO — BRASIL

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO DO GOV. DO RJ

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

AMBIENTE DE TRABALHO
E O CUIDADO COM A SAÚDE

Este livro contém informações sobre o ambiente de trabalho e o cuidado com a saúde dos trabalhadores. É uma publicação da Secretaria de Administração do Estado do Rio de Janeiro.

BIBLIOTECA DO	
D. A. S. P.	
N.º	DATA
F441	25/3/76

ÍNDICE

	Páginas
Introdução	5
PRIMEIRA PARTE	
Plano e sua justificação	9
SEGUNDA PARTE	
Desenvolvimento	13
Capítulo I — Termogênese humana	13
" II — Regulação do calor	21
" III — Relações térmicas entre o organismo e o ambiente...	25
" IV — Nocividade dos efeitos térmicos dos ambientes.....	29
" V — Sensação térmica	43
" VI — Avaliação do conforto térmico dos ambientes.....	47
" VII — Confortabilização térmica	57
TERCEIRA PARTE	
Conclusões	67
Bibliografia	71

*À minha esposa e filhas, dedico
afetuosamente a presente tese*

INTRODUÇÃO

“O TRABALHO É O MAIOR FATOR DA ELEVÇÃO
DA DIGNIDADE HUMANA!”

GETULIO VARGAS.

Nada de mais frisante pôde refletir com acerto o nível de cultura de um grupo social, que sua concepção relativa aos domínios do trabalho. Isso porque, tal conceito, extremamente variavel, adapta-se à ordem econômica, modela os quadros sociais e condiciona a própria fisionomia política dos povos.

Advertindo, ensina Hegel, que toda filosofia é sempre uma expressão viva de cultura do meio de que resulta. E destarte, chega-se a apreender as características peculiares ao dinamismo social de uma coletividade organizada, no tempo ou espaço, mediante o conhecimento exato de todos os problemas que o trabalho suscita.

Numa visão retrospectiva, partindo da civilização greco-romana aos dias presentes, a traços largos que seja, assinala-se o aparecimento de um fato marcante, que, enobrecendo o fator humano do trabalho, até então considerado indigno, veiu destruir velhos e falsos princípios, sobre os quais se edificavam aquelas sociedades. Tal fato foi o corpo de doutrinas éticas do cristianismo.

Ante a ação progressiva dessa força inelutavel, a que nenhum setor das atividades humanas conseguiu resistir, ou siquer escapar, tal o vigor de seus postulados de fraternidade, alterou-se a ordem estabelecida. A dignificação foi, pouco a pouco, ocupando o lugar do estádio de escravidão reinante.

O trabalho deixou de ser encarado como fruto de castigos divinos, relegado apenas às classes inferiores, época em que, na Grécia. Plutarco culminava por condenar os jovens aristocratas que invejavam a situação de um Fídias...

A esse tempo, restringia-se a órbita da ação dos Estados, em geral, às funções de guerra, justiça, polícia e diplomacia. Só o exercício dessas atividades era tido como honroso. O mais era deprimente.

Não é de estranhar, pois, que, filósofos e artistas, legisladores e militares, todos enfim, interpretando o sentimento vigente, lançassem escárneo aos que trabalhavam. Homero justificava a escravatura, como uma manifestação da ira dos deuses. Licurgo legislava, proibindo aos cidadãos o exercício de qualquer ofício ou profissão. E Cícero, indo além, considerava vil, não só o escravo, como também o trabalhador livre.

Vítima da cólera divina, o escravo estava colocado à margem da lei. Nêle não se reconhecia a pessoa, merecendo, quando muito, cuidados semelhantes aos dispensados aos outros agentes da produção.

Essa época — a da indignidade do agente do trabalho — explica e justifica, de modo cabal, uma interrogação que paira no espírito curioso de quem quer que se preocupe com a Medicina Social, em face dos múltiplos problemas de Assistência e Previdência Sociais.

Porque — indagará o observador — sendo a Medicina e o trabalho tão remotos quanto a própria humanidade, só ultimamente foi destacada daquela, esse novo ramo especializado — A Medicina do Trabalho?

É que, tal como vimos, menos importando a pessoa do trabalhador que a utilidade de seu esforço, seria ilógico que a Medicina se sentisse atraída pela investigação das influências exercidas pela profissão na morbi-mortalidade de seus agentes.

Com o notável desenvolvimento científico do século XVII, efeito da “revolução mental”, como alude FARIAS DE BRITO (1), que teve em Descartes e Bacon seus precursores, e, posteriormente, causa do grande surto de progresso tecnológico, nasce a era do industrialismo, cujos dias ainda vivemos.

Foi nessa fase — fins do século XVII e princípios do XVIII —, em incipiente generalização do uso de máquinas, que veio a público a obra de BERNARDO RAMAZZINI “De morbis artificum diatriba”, em 1700, em que esse genial criador da Medicina do Trabalho enriqueceu a causalidade morbígena com mais um outro fator — o trabalho.

Impunha-se a emancipação dessa especialidade devido à necessidade da verificação precoce dos infortúnios e danos sociais acarretados pela nova civilização, a par de seus indiscutíveis benefícios, minorizando o esforço físico e incrementando a produção de utilidades. Para a prevenção ou reparação desses males, foi feito um apelo às ciências médicas, em particular.

Exigindo a maquinária, pelo seu elevado custo, concentração de capitais, e daí, criando, necessariamente, uma tumultuária concentração de mão-de-obra, transformou-se o *facies* da sociedade. Surgiu uma nova classe: a do proletariado.

Premidos pelas mesmas causas e sujeitos às mesmas condições, unem-se os proletários, formando um grupo econômico-profissional numeroso. Concientes de sua respeitável força política, graças à Declaração dos Direitos do Homem, fazem pressão sobre os governos. Crises.

Consequência : aparece a Legislação ou Direito Trabalhista. Já em 1802, na Inglaterra, é promulgada a primeira lei de proteção ao trabalho.

Intensificam-se os conflitos, agravados pelas guerras, e o sedição arcabouço dos Estados políticos, incapaz de reagir prontamente às complexas e graves solicitações, não resiste. Transformam-se os Estados, enveredando pelo inter-

(1) R. Farias de Brito — *A Base Física do Espírito* — Rio — 1912 — pág. 118.

vencionismo econômico. Hipertrofia-se o poder executivo, destacando-se o “administrative power”, de MORSTEIN MARX. O Estado, perdendo seu caráter político, cada vez mais, procura atingir e penetrar nas soluções técnicas dos problemas.

E — conforme disse DUBOIS-RICHARD — si ao Regime Feudal bastava a lealdade dos aristocratas; si o zelo dos burocratas atendia aos desígnios do Estado Político; o Estado Técnico, como os atuais, depende diretamente da técnica de seus servidores e da eficiência de seus serviços.

Entretanto, não se detiveram aí os males da máquina. Diminuída a fadiga muscular, levada a especialização profissional a extremos e arruinadas certas indústrias domésticas, mulheres e menores afluem às fábricas. Resultado: novos e seríssimos problemas, para os quais as sociedades estavam desarmadas.

De fato, vive-se o século do Trabalho, daí o acerto do pensamento de PITTALUGA :

“Vivimos hoy en los días en que la economía, la política, la estructura entera de los Estados, las relaciones entre los pueblos, el derecho y la moral hunden sus raíces en el trabajo.” (2)

Frente à necessidade inadiável de prosseguir na mecanização, como um dos imperativos da própria civilização, devido à luta pela conquista dos mercados, mobilizam-se as ciências para neutralizar seus efeitos perniciosos.

No reajustamento integral dos élos da cadeia trabalhista, passados os primeiros momentos, é verificada a supremacia do fator humano no conjunto.

Formam-se, sobre a aplicação das máquinas, os dois partidos antagônicos. Para seus apologistas, como Ford, “a máquina libertou o homem e assim triunfou onde a religião falhou”; um de seus adversários — Rops — afirma que “o sistema técnico estraga, no homem, o prazer de viver”. Aqueles apregoam os evidentes benefícios auferidos, possibilitando o domínio da natureza; estes últimos, a seu turno, estampam seus inegáveis inconvenientes (acidentes, doenças, chômage etc.).

Todavia, quem quer os fins (eficiência), é obrigado a querer os meios (as máquinas). Logo, a atitude mais acertada será a de aceitar ambas as afirmações, e instituindo medidas capazes de prevenir ou, pelo menos, atenuar os efeitos das características do trabalho industrial moderno. A correção dos males cede lugar à sua prevenção, e o aspecto social sobrepuja o aspecto individual. De maneira acertada, o sentido dominante foi sintetizado numa célebre frase do então Príncipe de Gales: “No man’s work should be a danger to his health or a menace to his life”.

Todas as visões se unem, todos os esforços se intensificam e todos os sentimentos se identificam em prol do fator humano-social do trabalho.

Em 15 de maio de 1891, Sua Santidade o Papa Leão XIII publica a famosa “Litterae Encyclicae de Conditione Opificum”.

(2) A. Oller — *Medicina del Trabajo* — 1935 — Madrid — pág. 4.

CARREL, proclamando o desconhecimento atual da “ciência do homem”, asseverou :

“Não compreendeu o homem que o seu corpo e a sua consciência seguem leis mais obscuras, mas também mais inexoráveis do que as do mundo sideral?”

Qualquer que seja o sistema de organização do trabalho, o princípio é um só: valorização do elemento humano. Essa afirmação — hoje elevada à categoria de princípio filosófico da organização — partiu de um escritor — ANDRÉ SIEGFRIED — que assim disse :

“O que deve dominar como preocupação é que a máquina seja feita para o homem e não o homem para a máquina.”

Ao lado desse princípio, outro se alinha, o hedonístico, que, segundo AMAR, tanto pôde ser enunciado : “O máximo rendimento com igual esforço”, ou, ao revés, “igual rendimento para o mínimo de esforço”.

A Fisiologia do Trabalho, porém, sem constituir oposição ou retrição, pois que é parte integrante da Medicina do Trabalho, adota como lema : “máximo de rendimento com o mínimo de dispêndio de energia humana”.

A observação meticulosa de qualquer tipo de organização revela o cuidado especial dispensado ao elemento humano e os amplos benefícios daí decorrentes. Basta lembrar as providências de Taylor nesse sentido: seleção, adaptação, educação, padronização de tarefas, fiscalização, estimulação com os sobressalários etc. No Fordismo, abstrair do seu lema e sua técnica de “chain work”, encontra-se nos salários elevados, de que é, teórica e praticamente, incansável propugnador, um dos mais fortes motivos de seu êxito.

Prosegue a evolução. A técnica se aperfeiçoa. Em consequência, cresce o acervo de desajustamentos sociais. Novas leis protetoras se tornam necessárias, derivadas de conhecimentos científicos. Pesquisá-los, incumbe, a maior parte, à Medicina do Trabalho.

Reune a nova ciência um grupo numeroso de especialidades afins, todas aplicadas ao trabalho humano : Higiene, Fisiologia, Patologia, Psicologia, Medicina legal etc.

Finalizando esta breve exposição histórica, repetimos COMTE :

“On ne sait une science que lorsqu'on y connaît l'histoire”.

PRIMEIRA PARTE

PLANO E SUA JUSTIFICAÇÃO

CALOR HUMANO E AMBIENTE DE TRABALHO é o título da presente tese, com que nos apresentamos perante a douta banca examinadora do concurso para Técnico de Administração, do Departamento Administrativo do Serviço Público.

Enquadra-se na secção de "Assistência e Previdência Social aos Servidores do Estado", por envolver matéria de Higiene, Fisiologia, Patologia e Psicologia do Trabalho.

Muito embora seu tema não se superponha a qualquer um dos pontos formulados para a prova especializada, interfere diretamente na maioria dêles.

Nosso objetivo, ao iniciá-la, era apenas exteriorizar a importância das condições térmicas dos ambientes de trabalho, no que concerne à marcha do rendimento, frequência de acidentes, ocorrência de doenças profissionais etc. Em suma: balancear o fator "condições térmicas dos ambientes de trabalho" em suas entrosagens com o rendimento e eficiência do trabalho, assinalando a seguir os alcances relativos.

Entretanto, após meditação detida desse objetivo, resolvemos ultrapassá-lo, embora aquela tarefa fosse mais simples.

Dois fatos motivaram nossa decisão final. Primeiro — pensámos — à Administração Pública, em face dos múltiplos problemas inerentes ao trabalho que tem para enfrentar, menos deverá interessar a caracterização exata dos seus alcances, em administração de pessoal, que suas respectivas medidas corretivas. Segundo, foi a convicção de que, num concurso especializado, a erudição deve ser simplesmente um meio para alcançar o verdadeiro fim — a técnica.

Importa o estudo das condições térmicas dos ambientes de trabalho, pois, antes mesmo das experiências científicas, já a observação vulgar tinha reconhecido as influências decisivas que o meio exterior exerce sobre a vida, saúde e atividade dos indivíduos nêle presentes.

Quando essas condições se tornam desfavoráveis às relações térmicas, comprometendo assim o equilíbrio vital, pelo maior esforço exigido do organismo para mantê-las, efeitos variados e nocivos se fazem sentir, nos indivíduos e na produção, tais como :

- I — distúrbios da saúde, surgindo males agudos ou crônicos;
- II — antecipação da incidência da fadiga;
- III — diminuição do rendimento do trabalho;
- IV — comprometimento da qualidade do trabalho;
- V — aumento da frequência de acidentes;
- VI — agravação da marcha de doenças e intoxicações profissionais;
- VII — elevação do número de faltas ao serviço e o desperdício de tempo e material;
- VIII — encurtamento do prazo de vida e da capacidade de trabalho, atingindo o patrimônio de instituições de previdência social, já solicitados a cobrir maior número de riscos;
- IX — encarecimento da produtividade.

De acordo com os dispositivos das instruções especiais que regulam o concurso, acha-se o trabalho dividido em três partes, além da Introdução, a saber; I) Plano e sua justificação; II) Desenvolvimento e III) Conclusões.

Na segunda, que é a tese propriamente dita, os assuntos obedecerão à seguinte ordem, cogitando cada capítulo de um assunto próprio, conforme será exposto.

O primeiro capítulo será reservado ao mecanismo da produção de calor humano. Nêles serão passados em revista diversos fatores que influem no metabolismo, sejam intrínsecos ou extrínsecos.

A seguir, serão apreciadas as noções sobre a regulação térmica. Aí serão analisados os processos de que se vale o organismo humano para adaptar-se às múltiplas variações mesológicas. A termo-regulação será encarada em seu tríplice aspecto — artificial, físico e químico.

As relações térmicas entre o organismo e o meio será consagrado o terceiro capítulo, onde a emissão de calor sensível e latente serão analisadas.

Ocupar-se-á a parte imediata da nocividade causada pelas más condições térmicas dos ambientes de trabalho. De início, serão focalizados os efeitos sobre a saúde, em que a hipo e hiper-hidremia serão destacadas, para facilitar a compreensão do tema; continuando, serão salientadas as influências sobre a incidência da fadiga, curva do rendimento do trabalho etc.

As causas modificadoras das sensações térmicas, à luz dos conhecimentos atuais, serão abordadas no capítulo quinto. Cogitará o sexto capítulo dos principais processos de avaliação do grau de conforto térmico dos ambientes, proporcionado às pessoas que nêles estiverem.

Na parte final serão reunidas as medidas mais úteis à confortalização térmica de indivíduos em ambientes de trabalho. Serão tratadas algumas medidas atinentes ao edifício de trabalho e outras concernentes ao local, condições, regimes e técnica de trabalho. Os processos preventivos e corretivos das más condições térmicas dos ambientes serão destacados e estudados isoladamente.

Na Terceira Parte — as Conclusões — serão apresentadas de modo a que, as de ordem científicas precedam às de caráter administrativo. De fato, outra não deve ser a orientação. A ciência deve traçar os rumos e a arte procurar segui-los.

Por fim, será reunida uma bibliografia atinente aos vários ramos de conhecimento, em que terão prioridade os trabalhos nacionais, pois que mais interessam ao assunto.

Na impossibilidade de mencionar todas as obras consultadas, escolheremos apenas as mais importantes.

Esse é o Plano. O objetivo é contribuir para o aperfeiçoamento de uma das condições do ambiente de trabalho. O objeto é o servidor do Estado e, portanto, a própria administração.

SEGUNDA PARTE

DESENVOLVIMENTO

CAPÍTULO I

TERMOGÊNESE HUMANA

O que distingue os corpos vivos, dos inertes é a capacidade daqueles em criar nova matéria viva, isto é, o fenômeno da reprodução. Toda reprodução acarreta aumento de matéria, enquanto na fragmentação de um corpo bruto, tal não se verifica.

Esse aumento de massa é derivado da incorporação de materiais apropriados, que o organismo subtrai eletivamente do meio em que está. A esse processo permanente e imperativo para os seres, precedido de uma série de desdobramentos, em que a parte útil é retida e a inútil rejeitada, dá-se o nome de assimilação.

A assimilação constitui, portanto, propriedade fundamental de todos os seres vivos. Dêla decorrem os caracteres essenciais à vida, tais como, atividade, evolução, reprodução etc. Esta última nada mais é que uma consequência da massa acrescida pela assimilação, cujo equilíbrio com a superfície se impõe.

Assimilar alimentos, equivale a dizer, produzir energias, e desse modo os fenômenos biológicos ficam reduzidos a dois grupos: transformações de matéria e de energia.

São as energias potenciais (de antureza química) dos alimentos que o organismo irá transformar em energias atuais, de variadas formas. O excesso da produção sobre as despesas, como acontece nos animais superiores, é devolvido ao meio. Completa-se, assim, o ciclo energético entre o organismo e o meio.

Apreciada do ponto de vista energético, pôde-se tentar definir a vida, como "uma manifestação constante de energia", conforme fez OSTWALD (3), condição essa que, apesar de não ser característica, é essencial à vida.

Em suas contínuas relações com o meio, daí recebendo e para aí emitindo energias, o organismo, entretanto, não sofre alteração de forma. Devido a isso, tal sistema recebe o nome de estacionário ou estavel.

(3) W. Ostwald — *L'énergie* — Paris — 1913 — pág. 178.

Em face da permanente dissipação energética para o exterior, essa estabilidade exige a adição, também permanente, de novas fontes de energias reparadoras.

O papel renovador de energias, para compensar os gastos orgânicos, é desempenhado pelos alimentos. Como, porém, a emissão deve ser contínua, para assegurar às células condições ótimas de metabolismo, e o ingresso alimentar é periódico e irregular, o organismo é obrigado a concentrar suas energias produzidas, para eliminá-las de acordo com as circunstâncias e no ritmo normal.

Nesse sentido, a glicose, produzida pelo metabolismo dos hidrocarbonados, é armazenada nas células hepáticas (além de outras partes), sob a forma de glicogênio. Este, ante a necessidade calóricas, é novamente lançado na circulação na forma primitiva.

A combinação dos produtos alimentares e da água com o oxigênio retirado do ar é um fenômeno biológico de ordem geral, como também a produção de energias, daí derivada. De todas as formas de energias, biológicas, a mais importante e considerável é a térmica. O homem é, pois, uma fonte de calor permanente.

O calor total, produzido por um organismo, é conseqüente a reações exotérmicas, principalmente oxidações e hidratações, processadas no interior de suas células.

A fonte de calor é representada pela combustão de alimentos e água, e o papel mais considerável cabe aos músculos.

Não são, entretanto, de igual intensidade, em toda a série animal essas reações de que o organismo é sede. Nuns — os poiquilotérmicos — a intensidade é reduzida, de modo que, sendo incapazes de opôr-se às múltiplas variações mesológicas, se limitam a acompanhá-las. Noutros — os homeotérmicos — entre os quais está o homem, não obstante tais oscilações térmicas do ambiente, o organismo mantém, praticamente, inalterada sua temperatura própria (a interna).

Às incessantes variações das características físicas exteriores reage o organismo, produzindo e emitindo maior ou menor quantidade de calor, de modo a conservar inalterado seu nível térmico. Isso só é possível, graças à existência de um aparelho termo-regulador, que preside a produção e a eliminação, regulando-as conforme as condições mesológicas e fisiológicas.

Muito embora as transformações biológicas obedeçam a princípios físicos, nota-se aqui a irreversibilidade. A energia química dá origem à térmica, mas o inverso não é possível.

Apezar de catalogar-se entre os animais de “temperatura constante”, não é uniforme a temperatura humana. Apresenta diferenças conforme as regiões do corpo e oscilações horárias. Aceita-se, como valor médio, 37°, mais ou menos, para a temperatura interna, isto é, a do sangue.

A quantidade de calor produzida por um organismo, ou seja seu metabolismo, não é rigorosamente fixa para todos os indivíduos, nem absolutamente constante no mesmo indivíduo, de acordo com as circunstâncias. Apesar de ser uma constante fisiológica (como pressão arterial, pulsações etc.) altera-se sob a influência de fatores endógenos e exógenos.

VARIAÇÕES DO METABOLISMO

Dessas causas, individuais ou mesológicas, que modificam o metabolismo, muitas são conhecidas, outras são objeto de controvérsias, e algumas, por certo, ainda não estão exatamente determinadas, devido não só à insuficiência atual do conhecimento de certos fenômenos fisiológicos, como também à dificuldade em observar a ação isolada dos componentes climáticos sobre o metabolismo.

Antes de expôr algumas dessas causas, façamos um ligeiro parêntesis, para alinhar algumas noções preliminares, sobre o metabolismo, especialmente o dos climas tropicais e sub-tropicais, que mais interessam ao assunto.

Já dissemos que a fonte de calor é representada pela alimentação e doutra parte, que a maior parte das combustões se desenvolvem no sistema muscular. Assim sendo, a produção de calor humano está em função da intensidade de atividade muscular, em sua maior parte.

Desse modo, num indivíduo, deitado, em repouso absoluto, em completo relaxamento muscular, com a digestão terminada (cerca de 14 horas de jejum), e colocado num ambiente termicamente confortável, sua produção e emissão térmicas ficam reduzidas a um mínimo, bem assim as trocas gasosas.

A quantidade de calor desenvolvida em tais condições, registada por hora, representa, pois, a despesa energética necessária à manutenção das condições fisiológicas adequadas. Dependendo a saúde e a própria vida dessas condições térmicas ótimas, exigências do quimismo celular, segue-se daí, que a eliminação desse "minimum" é fundamental à saúde e à vida. Aquem desse "minimum" o equilíbrio vital é incompatível, surgindo desvios da saúde.

Esse "minimum" é o "metabolismo minimum", ou o "trabalho fisiológico", como o denominou Chauveau.

A relação desse metabolismo mínimo (em sua produção horária) e a superfície cutânea é o "metabolismo basal". Exprime a velocidade de oxidação intra-orgânica.

Sendo a produção de energia um fenômeno intra-celular, onde combustíveis (alimento) e comburente (oxigênio) entram em contacto, o metabolismo reflete, portanto, a atividade celular total, impossível de obter doutro modo.

Isto feito, vejamos alguns fatores individuais que modificam o metabolismo humano.

IDADE

Não é igual para todas as idades o metabolismo. Sua representação gráfica revela um máximo no lactante, decresce aos poucos até a puberdade. Daí

fica mais (no homem). ou menos (na mulher) estavel até 40 anos, quando, novamente, começa a diminuir ligeiramente.

SEXO

Nesta, como em outras constantes fisiológicas, os valores femininos são inferiores aos masculinos. Pela tabela dos irmãos Dubois, nota-se uma diferença de 7% mais ou menos, entre os dois sexos numa comparação para a série de idades, igualando-se os valores de oito a nove anos.

SUPERFÍCIE CUTÂNEA

Admitia-se, outrora, que a superfície variasse em função do volume, sendo este determinado pela peso, teoricamente.

Partindo dessas bases teóricas, MEEH chegou à fórmula $S = K \sqrt[3]{P^2}$, onde K, uma constante, foi calculada em 12, 312 (J. AMAR — *op. cit.*, pág. 154).

Posteriormente, apesar dos valiosos serviços prestados por essa fórmula, durante 37 anos, foi afastada de uso, devido às conclusões a que chegaram inúmeros autores (BOUCHARD, TALBOT, BENEDICT, BUBOIS etc.).

Estes últimos, assinalando o grau de erros provenientes da fórmula de MEEH, compuzeram uma outra, onde a superfície é obtida em função da altura, além do peso individual.

A fórmula de Eugène e Delafield Dubois, aceita unanimemente, é o seguinte :

$$A = W \frac{1}{2,35} \times H \frac{1}{1,38} \times C$$

A fórmula de Eugène e Delafield Dubois, aceita unanimemente, é a altura, por H; e C é uma constante, calculada em 71,84.

Sua precisão é muito maior que a de Meeh, pois seu erro é de 5,1%, mais ou menos, segundo seus autores. Tabelas especiais dispensam os cálculos logarítmicos.

ALIMENTAÇÃO

É fato reconhecido por todas os autores, graças a inúmeras experiências, a ação decisiva da alimentação no metabolismo. Sua influência é observada na sub ou super-alimentação, seja de ordem quantitativa ou qualitativa.

O incremento ou decréscimo metabólico atinge cerca de 30% dos padrões, em algumas experiências.

Embora não seja contestado o fenômeno, sua interpretação exata ainda é passível de discussões. Enquanto uns (ZUNTZ, por ex.) atribuem o fato à intensificação do trabalho nutritivo, outros (Richet, Rubner etc.) pretendem explicá-lo pela "ação dinâmica específica dos alimentos".

As variações do metabolismo não são indiferentes à natureza da composição dos alimentos, ou por outra, não obedecem apenas ao seu valor energético. RUBNER obteve uma elevação de 2,8% para os glicídeos e de 26,8% para os protídeos. Quanto aos lipídeos, apesar de seu maior coeficiente energético, sua ação estimulante não é aceita por todos.

As observações relativas à super-alimentação, quantitativa ou qualitativa (notadamente protídea) estão acordes em confirmar o aumento, cujo grau é variável, conforme as circunstâncias. No que toca à sub-alimentação, vale referir às meticolosas experiências dos autores americanos (BENEDICT e outros), feitas em atléticos estudantes, submetidos a um regime alimentar sub-energético, apesar de adequado em protídeos e vitaminas. Após 3 semanas houve um decréscimo médio de 13%. Sobre a redução qualitativa de protídeos os estudos de MAC CAY são valiosos.

Outros fatores individuais poderiam ser abordados, não fosse nosso desejo cuidar do assunto em linhas gerais, como convem a um trabalho prático. Entre outros, citam-se a raça, biotipo morfo-fisio-psicológico, estado de saúde, condições neuro-endócrino-vasculares etc. Julgamos necessário, entretanto, apreciar a importância do fator trabalho.

TRABALHO

RICHET calculou que 75% do total de calor produzido pelo homem em estado de repouso provém das combustões de que o sistema muscular é sede; em atividade, esse valor atinge 90%, segundo esse fisiologista. Assim se explica a importância da atividade muscular na produção de calor.

Consumindo suas reservas de energia, consoante o grau de esforço empregado no trabalho, o organismo exige sua reparação por meio de uma alimentação correspondente a esse dispêndio. Cada gênero de trabalho exige uma reação alimentar adequada, de modo a substituir as despesas efetuadas.

BARROS BARRETO (4) estabelece os seguintes valores energéticos para a alimentação dos trabalhadores em nosso clima.

Trabalho leve	2.000 calorias
" moderado	2.600 "
" forte	3.200 "
" muito forte	4.500 "

(4) J. Barros Barreto — *Higiene do Trabalho Industrial* — Rio — 1937 — pág. 96.

CLIMA

Apresenta-se erizada de dificuldades a exata caracterização da influência dos fatores exógenos no metabolismo. A primeira é motivada pela incerteza do que seja clima. A esse respeito, vale transcrever as palavras de MISSENARD:

“Car nos connaissances générales sont insuffisantes pour déterminer tous les facteurs qui constituent réellement un temps et, par suite, un climat déterminé.” (5)

Reside outro empecilho na impossibilidade de observar isoladamente os efeitos de cada um dos conhecidos elementos constitutivos de um clima (temperatura etc.)

Por fim, o obstáculo, o mais sério, apontado por MISSENARD, é a necessidade de determinar qual o “clima ideal”. Só observações meticolosas, efetuadas “pendant des jours, des mois, des années, sinon des générations...” (6) permitem alcançar, a rigor, esse objetivo.

Nos estudos da ação do clima sobre o metabolismo, tem-se tomado, como ponto de referência, a temperatura do ar, sem dúvida seu mais significativo elemento. Duas teses opostas eram sustentadas: uma, afirmando ser o metabolismo nas chamadas zonas tropicais igual ao das regiões frias ou temperadas; outra, defendendo o ponto de vista que é inferior. Por fim, uma terceira corrente — a dos que sustentam ser o metabolismo nos trópicos superior (formada por ELJKMAN, SORDELI, ROCA etc.) viu-se fortalecida, ultimamente, pelos resultados das experiências de CAMIS.

Dispensamo-nos de citar estudos e resultados obtidos por uma e outra corrente. Mais útil ao caso será, por certo, expôr o pensamento dominante, aqui e no estrangeiro.

Entre nós, graças às valiosas experiências de OZÓRIO DE ALMEIDA, efetuadas em 1919 no Rio de Janeiro, ficou provado que o metabolismo de seus habitantes é, cerca de — 20,4%, inferior aos padrões americanos. Essa é a opinião geral. Defendem-na BERARDINELLI, CAPRIGLIONE, COUTO E SILVA; admitem-na LEUZINGER, BARROS BARRETO e CARLOS CHAGAS. Confirmou-a JOSUÉ DE CASTRO, no Nordeste, e, recentemente, MOURA CAMPOS em São Paulo.

Aceitando esse ponto de vista, os valores para adultos no Rio de Janeiro e zonas análogas serão, mais ou menos, de 31 calorias (metabolismo basal), 60 calorias (metabolismo mínimo). Os padrões americanos para o metabolismo basal são de 39,7 calorias por mq/ por hora (para DUBOIS, BENEDICT) ou 37, cal./ mq/ por hora (CATHCART e ORR). O metabolismo mínimo corresponde, mais ou menos, a 74 calorias.

As experiências da maioria dos fisiologistas estrangeiros confirmam a opinião nacional, isto é: são inferiores nossos valores.

(5) A. Missenard — *L'homme et le Climat* — Paris — 1936 — pág. XIII.
(6) A. Missenard — *Op. cit.* — *idem.*

Recentemente, GOEWIE e RADSMAS (7), de modo paciente reuniram num quadro os resultados inferiores dos padrões, obtidos por diversos experimentadores. O desvio é de — 9 a 17,2% (tabela Dubois) e — 2,8 a 18% (tabela Benedict).

Por isso é que, ainda recentemente, CARLOS CHAGAS, confirmando a opinião vigente, diz que os valores em desacordo com as experiências de Ozório de Almeida “não são ainda suficientemente numerosas para formarem doutrina”. (R. S. Público — Abril — 1941 — pág. 232).

Normalmente, todavia, um indivíduo em trabalho digestivo (sem o jejum), tem suas combustões além desses valores. É o chamado “metabolismo habitual”, base de cálculos para condicionamento de ar. LEUZINGER admitiu o valor de 80 calorias para pessoas em salas de espetáculos (de acordo com os padrões esse valor seria de 100).

Deixaremos de lado, a título de simplificação da matéria, a ação isolada ou simultânea de algumas características físicas do ar. A temperatura e a unidade relativa parecem abaixar o metabolismo conforme opinião de JOSUÉ DE CASTRO (8). Entretanto, um fato deve ser acrescentado, com respeito ao “quantum” do metabolismo. Devido a observações feitas M. CAMIS (9), na Somália Italiana, surgiram resultados negando as duas correntes. Segundo os trabalhos desse autor, em 75% dos casos, o metabolismo basal mostra-se superior aos padrões naquela zona tropical. Entre autoctones a cifra média foi de 92,983%; entre aclimatados (europeus) a proporção foi de 69,83%, subindo progressivamente esse valor com a estada. De um ano em diante, Camis encontrou uma proporção de 84% para os europeus com M. B. superior aos padrões.

Um adulto normal, alimentado de modo adequado e em repouso emite para o meio que o cerca, por hora, uma quantidade de calorias variável de 70 a 80. Em atividade, esse valor cresce, podendo atingir cerca de 100% de aumento nos trabalhos pesados. Apesar das periódicas transformações de energia térmica de que é sede, sua temperatura não se eleva normalmente, devido às perdas que sofre neutralizando a produção.

As perdas são efetuadas do seguinte modo:

Pela evaporação, irradiação, condução e convecção ao nível da pele	80%
Por evaporação pulmonar	15%
Por aquecimento do ar inspirado	2,5%
Por aquecimento dos alimentos, água, “excreta”, e trabalhos interiores dos órgãos	2,5%

(7) J. B. M. Goewie and W. Radsma — *The basal metabolism of different native population groups at Batavia* — A. N. Phys — 1937.

(8) J. de Castro — *Metabolismo basal nos climas tropicais* — Arq. Med. Legal — 1938, pág. 16.

(9) Convegno Volta, 1937 — págs. 92 e seguintes.

CAPÍTULO II

REGULAÇÃO DO CALOR

Em face das contínuas variações térmicas do meio e da permanente termogênese, só é compreensível a estabilidade da temperatura humana, pela existência de um aparelhamento incumbido do controle dessa produção e emissão térmicas. A temperatura traduz objetivamente o estado desse equilíbrio.

Esse mecanismo — o aparelho termo-regulador — ainda não explicado convenientemente em seus pormenores, é o sistema nervoso. É de sua intervenção, “comme metteur en branle de toutes ces activités” (10), que entram em jogo os recursos defensivos do organismo.

A temperatura corporal é consequente à relação entre a produção (termogênese) e as perdas (termólise). Cabe ao sistema nervoso manter adequado às reações celulares o nível calórico normal. Nesse intercâmbio, cada 60 calorias excedentes às despesas, que não possam ser expelidas, irão elevar de 1° a temperatura corporal.

Duas circunstâncias opostas se apresentam ao organismo, na luta contra os grandes afastamentos mesológicos: ou a capacidade refrigerante do meio, muito exagerada, tenta absorver uma quantidade elevada de calorias do organismo; ou opõe dificuldade a que sua emissão calórica normal se efetue.

No primeiro caso (frio), o organismo, simultaneamente, reduz a emissão e incrementa a produção de calor. No segundo (calor), eleva as perdas e minoriza a produção.

Numa ou outra hipótese, embora a finalidade seja antagônica, o mecanismo, entretanto, é o mesmo: modificação da circulação dos vasos da pele. Com isso, consegue alterar o seu coeficiente de condutibilidade térmica. Essas modificações, para mais ou para menos, irão desempenhar papel de destaque na termólise, pois é pela vaporização epidérmica que é dissipada a maior parte do calor, conforme já vimos.

Na luta contra os rigores do frio, sem importância para o tema em curso, já houve quem observasse o esforço do organismo, decuplicando seu metabo-

(10) Paul Cossa — *Physiopathologie du système nerveux* — Paris — 1936 — pág. 496.

lismo. A par desse incremento produtivo, no que toca à emissão, o fenômeno cardeal é constituído pela ação dos nervos simpático-constritores da pele, que restringem a massa de sangue que aí se resfria.

Frente ao calor excessivo, inversamente, é aumentada essa massa de sangue periférico, devido à ação dos nervos dilatadores para-simpáticos. Aqui, reduz-se a produção apenas até certo limite (o metabolismo basal).

Entretanto, si as condições exteriores embaraçam a irradiação, condução e convecção do calor interno, redobra-se a evaporação de água, principalmente pela sudorese. Um litro de suor (e às vezes o organismo produz alguns), evaporado, alivia o organismo de cerca de 582 calorias (37°).

Não é preciso frisar que esse, como todos os fenômenos biológicos, possui seus limites. Os da resistência ao calor são muito inferiores à “merveilleuse aptitude de l'organisme à résister au froid”, como disse Chauveau (11), pois a vida é incompatível a uma temperatura interna 5 ou 6°C, superior à normal.

Por três mecanismos diversos é feita a regulação térmica do organismo, segundo Rubner: artificial, física e química.

TERMO-REGULAÇÃO ARTIFICIAL

A termo-regulação artificial é feita por meio de vestimentas, que tanto reduzem a ação do calor externo, como, de modo inverso, minorizam a emissão térmica ao nível da pele.

MISSENARD afirma (12) que “contrairement à une opinion courante”, os tecidos de fraca espessura apresentam sensivelmente o mesmo poder isolante que a superfície cutânea.

Entretanto, admite-se (13) que o grau de proteção de uma vestimenta está em função de sua natureza e de sua espessura, isto é, de seu “coeficiente de condutibilidade térmica”, que para a pele, é de 0,0006 calorias (14). Quer isso dizer, que a pele do homem (branco) deixa passar 0,006 c, em um segundo, numa área de 1 cm², havendo uma diferença de 1.º entre as duas faces da pele, tendo esta, por hipótese 1 mm de espessura.

RUBNER (15) calculou o valor do coeficiente de condutibilidade térmica para vários tecidos. Verificou que o ar é o melhor isolante térmico; seu valor é 0,0000532 C. Ficou provado, igualmente, que esse coeficiente depende menos da natureza do tecido que de sua capacidade de conter ar em seus interstícios, ou melhor, de sua densidade. Não é por outra razão que os árabes usam vestimentas espessas e leves, imobilizando, assim, grande camada de ar.

Após os trabalhos de COULIER, a que se seguiram os de BERGONIÉ, surgiu a noção de “coeficiente de utilidade ou de proteção” das vestimentas, calculado

(11) E. Gley — *Traité élémentaire de Physiologie* — pág. 803.

(12) A. Missenard — *op. cit.*, pág. 11.

(13) J. Amar — *Le moteur humain* — Paris — 1923 — pág. 335.

(14) J. Lefevre — *Bioénergétique* — Paris — 1923 — pág. 398.

(15) M. Rubner — *Arch. Hig.* — pág. 265.

independente da natureza e espessura dos tecidos. Esse coeficiente, representado pela fração $\frac{t'}{t}$, foi determinado para inúmeras roupas de uso mais generalizado. BERGONIÉ fez construir um busto metálico, ôco. Calculou o tempo que levava o dito busto para resfriar-se de 1°, depois de cheio com água a 37°. Esse valor é t ; envolvido por vestimentas, anotou os tempos decorridos, isto é, os valores de t' .

Importa, ainda, levar em consideração o poder irradiante e absorvente dos tecidos, variável conforme sua côr. KRIEGER (16) chegou ao seguinte resultado: branco (100); verde claro (155); azul (198); preto (208).

É claro que ao instituir um modelo de vestimenta para um determinado gênero de trabalho, muitos são os fatores a considerar, além do exposto, tais como: proteção da pele contra intoxicações, garantia contra possibilidade de acidentes, facilidade de conservação etc...

TERMO-REGULAÇÃO FÍSICA

Esta variedade já foi abordada anteriormente. São os fenômenos de dilatação e contração dos vasos da pele, que irão, respectivamente, incrementar ou reduzir a dissipação calórica do organismo.

TERMO-REGULAÇÃO QUÍMICA

Consiste a termo-regulação química, de que, igualmente, já tratámos, no aceleramento ou retardamento das combustões intracelulares.

TERMO-REGULAÇÃO QUÍMICA

É indireta a ação do sistema nervoso na produção e emissão do calor humano. Ora age sobre os vasos de glândulas da epiderme, ora excita, em graus diferentes, o tonus e a atividade muscular.

Sua importância é tão frisante que a supressão da atividade nervosa (anestesia pela cloralose, por ex.) altera o teor da irradiação, fazendo-a proporcional, não à superfície, mas ao volume do corpo (Paul Cossa).

Ainda é discutível a localização dos chamados centros termo-reguladores no sistema nervoso. Há mesmo quem conteste sua existência. LAIGNEL-LAVASTINE serve de exemplo (17).

Para os que acreditam, uma coisa parece certa: esses centros não estariam nos hemisférios cerebrais. Essa lacuna não deve admirar, pois num dos

(16) A. Broca — *Physique Médicale* — Paris — 1920 — pág. 170.

(17) M. Laignel-Lavastine — *Pathologie du Sympathique* — Paris — 1924 — página 366.

clássicos sentidos — o da visão — reina a mesma incerteza. Para uns, os centros visuais estariam situados nas duas faces dos lóbulos occipitais (MONAKOW), para outros, na cisura calcarina (HENSCHEN), para outros, ainda, na 4.^a e 5.^a circunvoluções...

Relativamente aos centros termo-reguladores, opinam uns que se encontram no sulco crucial (OTT). Outros admitem a diferenciação: um centro para o calor e outro para o frio. Apoiam-se, os que assim pensam, nos trabalhos de Müller provando que as substâncias inibidoras do simpático (cafeína, adrenalina etc.) causam hipertermias, e, ao contrário, as excitantes do para-simpático (aconitina, digital etc.) acarretam hipotermias.

PAUL COSSA sustenta a presença “d’un véritable centre régulateur thermique” nos núcleos infundibulários. Fundamenta sua opinião nas distermias provocadas por lesões dessa região, bem como a hipertermia (já clássica) das operações do III ventrículo. De fato, a neurologia, de longa data, confirma esse ponto de vista, pois nas hemorragias das meninges, desde que haja inundação ventricular, a elevação de temperatura aparece no quadro sintomatológico.

Não é uniforme o papel da medula (HÉDON). Sua secção, ao nível da região cérvico-dorsal, diminuindo o tonus muscular, produz hipotermia (experiências clássicas de CLAUDE BERNARD), sua irritação, na mesma região, dá resultado inverso (experiências de RICHEL etc.).

Este último (em França), OTT (nos Estados Unidos) e ARONSOHN e SACHS (na Suécia), determinaram hipertermias em coelhos, cerca de 2.^o pela perfuração da região anterior do cérebro.

A propósito da medula, convem lembrar a hipertermia de 43^o, obtida por MARTEL numa ablação de tumores, embora LECÈNE se apressasse em atribuir não aos tumores em si, mas à descarga brusca de origem hepática.

Não deve ser posta à margem a ação dos hormônios de algumas glândulas.

A tiróide, por exemplo, através de seu princípio ativo (iodo), influe no metabolismo de modo destacado. Num de seus desvios funcionais (no hipertireoidismo), eleva-se o metabolismo basal e surgem, além doutros distúrbios, os de temperatura. A necrópsia tem revelado lesões dessas glândulas, quando a morte é causada por termonoses.

LANGDON BROWN acredita que a hipersecreção da tireoide e das cápsulas supra-renais, “inundando o sangue de assucar” (18), aumenta a termogênese.

(18) M. Laignel-Lavastine — *Pathologie du sympathique* — pág. 336.

CAPÍTULO III

RELAÇÕES TÉRMICAS ENTRE O ORGANISMO E O AMBIENTE

Os seres vivos estão sujeitos a dois sistemas de forças — a estrutura físico-química do organismo e a influência do meio envolvente. A certas variações do meio, respondem por variações adaptativas, afim de restabelecer o equilíbrio anterior.

Prefaciando “L’homme et le climat” (de MISSENARD), ALEXIS CARREL, dentro dos velhos postulados de LAMARCK, inicia dizendo que “Aucun organisme vivant ne peut échapper à l’influence de son milieu.” (19). Daí o interesse em cogitar das modificações desenvolvidas pelo homem, no ar do ambiente em que está. Antes, contudo, vejamos a composição do ar atmosférico e suas características físicas mais importantes.

Ao nível do solo, a composição volumétrica do ar normal é, aproximadamente, a seguinte (20):

Azoto	78,1%
Oxigênio	20,9%
Argônio	0,9%
Anidrido carbônico	0,3%
Vapor d’água	% variavel
Diversos gazes	traços

A quantidade máxima de vapor d’água que o ar póde conter (saturação) varia com a temperatura e a pressão atmosférica. Unidade absoluta é o peso de vapor d’água contido num determinado volume de ar, em dada temperatura. Umidade relativa (ou estado higrométrico) é a relação entre a umidade absoluta e o peso que deveria conter, si esse ar estivesse saturado na mesma temperatura. Na prática, ao envez do peso, utiliza-se a tensão do vapor d’água, bem como multiplica-se o resultado da unidade relativa por 100, para exprimi-lo em percentagem.

(19) A. Carrel — Préface de “L’homme et le climat”, de A. Missenard.

(20) D. Smet — *Hygiène et assainissement des locaux industriels* — Bruxelles — 1935 — pág. 15.

Tal como a temperatura corporal, a do ar é extremamente variável, apresentando oscilações diversas.

Colocado, modo geral, em ambiente com temperatura inferior à sua, o organismo, pelas suas atividades normais, é causa de viciação do ar. Produz-lhe alterações físicas e químicas. O ar, daí resultante, recebe o nome de confinado.

O organismo elimina *calor sensível* (por irradiação, convecção e condução) e *latente* (por evaporação). Concorre para este último processo, além da evaporação cutânea, a saturação que sofre o ar ao ser expelido das vias respiratórias. Ao mesmo tempo, o ar nivela sua temperatura à do corpo e sofre aumento de volume. Por outro lado, registam-se alterações de ordem química, cujas principais são: *deficit* de oxigênio e *superavit* de anidrido carbônico. Em repouso, um adulto produz, por hora, cerca de 20 litros de anidrido carbônico, e de 30 litros de vapor d'água pela respiração.

Dessa maneira, a presença de pessoas torna impróprio à saúde o ar do ambiente em que estão. São focos de aquecimento e de umidificação do ar ambiente, fatores desfavoráveis ao conforto fisiológico.

O ambiente, por sua vez, desde que as condições o permitam, realiza trocas com o meio exterior, favorecidas estas pelo afastamento entre ambas as temperaturas. Quanto mais elevada for essa diferença, tanto maior será o ingresso de ar. Quando a temperatura exterior se iguala à do ambiente, só recursos artificiais poderão confortabilizar este último.

Nos ambientes de trabalho não devem ser omitidos os focos artificiais de calor (aparelhos de iluminação, combustões etc.) e o desprendimento de suspensões, poluindo o ar. Destes não trataremos, por serem estranhos ao objetivo em curso.

O calor sensível (Q_s), emitido por uma pessoa, pode ser representado pela fórmula:

$$Q_s = \alpha (T-t), \text{ sendo:}$$

Q_s — calor sensível, expresso em calorias/quilo/hora;

T — temperatura do corpo (37° , para efeito de cálculo);

t — temperatura do ambiente;

α — Coeficiente de transmissão.

Varia α de acordo com a cor, espessura e superfície da pele, coeficiente de condutibilidade das vestimentas etc. Para indivíduos de cor branca oscila entre 4 a 5,6 (21).

AMAR, após metucioso cálculo das perdas de calor por irradiação, convecção e condução, chega à seguinte fórmula, representando as perdas totais de calor sensível, em 24 horas, por toda a superfície cutânea:

(21) D. Pereira — *Climatização e Refrigeração* — Rio — 1938 — pág. 4 (1.^a reunião).

Atividade ligeira	{ calor sensível	45 a 40,5%
	{ calor latente	45 a 49,5%
Atividade moderada	{ calor sensível	45 a 40,5%
	{ calor latente	54 a 63% (24)

Finalizando, convem acentuar a opinião sustentada por Missenard e ratificada por Carrel, de que a *evaporação cutânea* é independente da umidade relativa do ar. Esta regula a *umidade da pele e das mucosas*, pois o organismo evapora água mesmo com o ar saturado. Essa opinião, como se vê, — e o próprio Missenard insiste — não deve ser esquecida. A interpretação que esse autor dá é a seguinte :

“Enfin, lorsque l'air ambiant est saturé d'humidité, l'évaporation se fait, pareillement, contrairement à une erreur courante. Car la peau étant plus chaude que l'ambiance, la couche d'air qui se trouve à son contact s'échauffe, cessant d'être saturée.” (25)

Aliás — concidência digna de registro — PAULO SÁ, no Rio de Janeiro, concluiu de suas experiências que a temperatura seca representa o melhor índice no verão, que é justamente a época em que maior é a evaporação ao nível da pele (26).

MISSENARD, a respeito, diz :

“On sait que cette évaporation est beaucoup plus liée à la valeur de la température sèche qu'au degré hygrométrique”; (27)

(24) H. C. Best e N. B. Taylor — *The Physiological Basis of Medical Practice* — Baltimore — 1939.

(25) A. Missenard — *op. cit.* pág. 14.

(26) P. Sá — *Conforto térmico* — Rio — 1938 — pág. 43.

(27) A. Missenard — *op. cit.*, pág. 30.

CAPÍTULO IV

NOCIVIDADE DOS EFEITOS TÉRMICOS DOS AMBIENTES

Distinguem-se duas categorias de nocividades, causadas pelas más condições térmicas do ambiente na atividade humana. Esses efeitos são consequentes à fraca ou à excessiva capacidade refrigerante do exterior. Aquem ou além da “zona de conforto” ou da “temperatura eutérmica” (de Laignel-Lavastine), em ambos os casos, os efeitos desfavoráveis das condições térmicas do ambiente restringem o rendimento quali-quantitativo do trabalho, comprometendo igualmente outro elemento da produção — o capital.

Coerentes ao tema do presente trabalho, inspirado em nossas condições climáticas, só nos deteremos nos efeitos causados pelo reduzido poder refrigerante do ambiente, isto é, as consequências do trabalho em temperaturas elevadas, em atmosferas com “ar quente e úmido”, como na maior parte do nosso território, de clima tropical.

Começaremos pelas repercussões na saúde do indivíduo, por isso que, seu exato conhecimento, melhor fará compreender os demais aspectos do problema.

EFEITO NA SAÚDE

Toda vez que, em plena atividade (consoante sua duração, intensidade e esforço dispendido) o organismo encontra dificuldade em dissipar seu excedente calórico e desfazer-se dos produtos nocivos provenientes dessa atividade, em face das condições ambientes adversas, decresce o rendimento do trabalho. Multiplicam-se, desse modo, os efeitos depressores em todos os sentidos, principalmente, fisiológico e econômico.

No intercâmbio energético que o organismo mantém com o meio, destaca-se, entre os recursos defensivos, o da majoração das perdas de água, especialmente ao nível da epiderme.

Essa maior desidratação — a sudação — exige, em consequência, maior ingestão de água para compensá-la. Portanto, a sudação, tanto equivale a dizer, o metabolismo da água no organismo, ocupa lugar impar na apreciação dos fenômenos fisiopatológicos, experimentados por força das más condições térmicas dos ambientes de trabalho. O quadro sintomatológico dos desvios

funcionais advindos, desde o simples mal estar até às hipertermias fulminantes, gira em torno do ingresso e egresso hidricos.

E não é tudo. A interpretação atual dos efeitos termonóticos — dá-lo Hélión Póvoa (28) — “está em vias de acordo unânime: *toxicose endógena por espoliação cloro-sódica*.” Ora, o metabolismo cloro-sódico está intimamente ligado ao da água; só o conhecimento deste, permite compreender aquele.

Por isso, façamos um ligeiro preâmbulo, a respeito do metabolismo da água.

METABOLISMO DA ÁGUA

É a água o mais importante constituinte do organismo. Graças às suas inexcitáveis propriedades físico-químicas, dissolve os cristalóides, dissipa os colóides e provoca dissociações eletrolíticas. Na termogênese, pelo seu elevado poder térmico, considerável calor de vaporização e calor latente de fusão, seu papel é inegualável. Explica-se, assim, que um *deficit* de 10% de água já seja sensível, enquanto que a carência de protídeos só seja percebida, quando o desfalque atinge 50%. Ninguém ignora que a sede é mais imperiosa que a fome.

Representa a água cerca de 2/3 do peso corporal do indivíduo. Desse valor, cerca de 27% localizam-se nos músculos, cuja importância na termogênese já foi salientada. A maior parte existe sob o estado de imbibição dos colóides.

Alem da água ingerida em bebidas e alimentos, vale-se o organismo da que êle próprio elabora, pela oxidação de hidrogênio livre, produto de metabolismos. Aquela é a água *exógena*, esta a *endógena*.

Magnus Levy, para cada 100 gramas de alimentos, estabelece a seguinte percentagem de água endógena resultante (29).

Protídeos	41,3
Lipídeos	107,3
Glicídeos	55,0
Álcool	117,4

Foi Sartorius que, pela primeira vez, teve a preocupação de fazer um “balanço da água” no organismo. Outros autores, reproduzindo suas experiências, chegaram a resultados contraditórios. Tigertodt e Schade obtiveram um crédito (água excretada) superior ao débito (água ingerida e a endógena). Dubois chegou a resultado oposto.

Quando a termogênese se eleva, por força da atividade muscular, e o coração é obrigado a enviar maior quantidade de sangue à periferia, pela maior

(28) Hélión Póvoa — *A Patologia das Minas* — Revista do Trabalho — Fevereiro — 1941 — pág. 15.

(29) G. Lorenzini — *Lições sobre a alimentação* — Rio — 1935 — pág. 16.

exigência de oxigênio, a água concentra-se no sangue, aumentando seu volume. Para dar uma idéia do poder impulsivo do ventrículo esquerdo, basta lembrar que, em repouso, ele lança, por minuto, 3 litros de sangue na aorta; num trabalho moderado, 12 litros; e num trabalho pesado, 21 litros (30).

Sua eliminação do organismo, a par dos intestinos (fraca quantidade), rins, é realizada pelos pulmões (de modo constante) e pela pele. Esta elimina a água, mesmo sem sudação (*perspiratio insensibile*). Não é demais notar, que o metabolismo da água está sujeito à ação de diversas glândulas, sobresaindo-se a tireóide. A excitação desta provoca a diurese, o que explica, até certo ponto, a hipertermia que então se observa.

Dito isso, estamos em condições de cogitar dos efeitos advindos do fraco poder refrigerante do ambiente. Colocado em tais condições desfavoráveis, ou o indivíduo procura compensar o excesso de perdas de água, pelo exagero de sua ingestão, expondo-se aos perigos de uma HIPERHIDREMIA; ou não satisfaz plenamente esses gastos, sujeitando seu organismo aos riscos de uma HIPOHIDREMIA. Quando a eliminação de água se acelera, para atender às necessidades, mais perdem os músculos. Representando cerca de 42,8% do peso corporal, os músculos contribuem com uma quota de 67,89% do total de água expulsa (ENGELS).

HIPOHIDREMIA

Refletindo a carência hídrica, a viscosidade do sangue aumenta, daí o retardamento da circulação; modifica-se o equilíbrio ácido-básico, surgindo alcaloses ou acidoses; nesta última hipótese, retardam-se as combustões, e os produtos não oxidados, e portanto tóxicos, invadem a circulação. Se o desequilíbrio for básico, a diurese diminue etc.

Antes de explicar a conexão entre o metabolismo da água e o do cloreto de sódio, há necessidade de delinear o papel do sangue nesses fenômenos. É o sangue o equilibrador ácido-básico (condição essencial à vida) e o isotonzador do meio. Para que ele possa assegurar sua alcalinidade e a dos humores, ante as múltiplas transformações, é necessário que disponha de certas substâncias ("tampões"), facilmente dissociáveis, que se desdobrem prontamente. Esse papel é desempenhado pelos sais. Destes o mais importante é o cloreto de sódio.

Quando a eliminação de água se eleva, grande quantidade de NaCl é subtraída ao organismo. Calcula-se que as perdas de NaCl são de 4,3 a 8,3 mg por cm³. Não é por outro motivo, senão esse, visando acautelar os trabalhadores dos efeitos perniciosos, que, em certos países já se adotou a prática de prescrever o uso de pequenas doses desse sal, como preventivo da fadiga e das termonoses.

(30) A. Oller — *Medicina del Trabajo* — Madrid — 1935 — pág. 170.

HIPERHIDREMIA

Si, porem, o indivíduo, frente ao rigor das condições térmicas do ambiente, procura atenuar seu mal estar, mediante a ingestão imoderada de água, nem por isso os efeitos deixam de ser perniciosos. Consegue, muitas vezes, subtrair-se aos efeitos agudos, mas não escapa às consequências crônicas, pela repetição dessa prática. Note-se que os intestinos não servem de obstáculo à absorção de água em exagero; sabe-se (D'ARRICO) que não se opõem à hidratação excessiva.

Nas formas benignas, nota-se apenas um ligeiro mal estar, sem exigir maiores cuidados; nas médias, o organismo reage pelo incremento da expulsão de água por todas as vias (vômitos, super-salivação, diarréias, poliúria etc.); nas graves, a esse quadro segue-se um período de convulsões, coma e morte.

Tudo isso traduz a mesma causa: distúrbio do metabolismo hidro-salino. O excesso de água nos intestinos abaixa o teor salino do sangue; este, a seu turno, (tornado menos rico em sais) retira das células seu conteúdo salino. A eliminação intensa de cloreto de sódio dá origem à diminuição das reservas alcalinas. Enfim, a explicação, do ponto de vista bioquímico, é, em resumo: distúrbios osmóticos, electrolíticos e ácido-básicos do sangue.

A fraca capacidade refrigerante do ambiente de trabalho pôde determinar efeitos mórbidos sobre a saúde, que se distinguem em duas fórmas :

I — fórmas agudas,

II — fórmas crônicas.

As primeiras, denominadas *termonoses* por PLÁCIDO BARBOSA, são motivadas pela impossibilidade do organismo em manter seu equilíbrio em tais condições, principalmente quando a temperatura do ar é elevada. Duas variedades se distinguem: as "*helionoses*" (ou *insolação*), sob a ação direta dos raios solares, e as "*intermações*", quando o indivíduo está ao abrigo do sol. Dessas, a mais importante do ponto de vista higiênico, é a segunda variedade, pela ação lenta, mas progressiva, com que vai pouco a pouco debilitando o organismo, facilitando a incidência de outras moléstias, especialmente do aparelho respiratório.

Não é possível sintetizar sua sintomatologia, por variar de acôrdo com condições pessoais, hábitos etc. E não é tudo. Já se admite, a par da "*sensibilidade cósmica*" (de ANNES DIAS), ou "*meteórica*" (de SARDOU) ou "*hiperestesia cósmica*" (de MARTINET), uma sensibilidade especial para o calor, donde o tipo *termolabil*, ainda não perfeitamente caracterizado. Nas práticas das câmaras de KETTERING, tem sido fartamente observado esse fato.

Vejamos, em linhas gerais, os principais sintomas, considerando os efeitos em três graus.

No 1.º grau, aparece uma anorexia, parestia dos membros inferiores, taquicardia, hipotensão arterial, dispnéia intensa, congestão facial, estado vertigi-

noso, síncope, sonolência etc. GERMINAL RODRIGUES dá a esse estado o nome de “pequena doença calórica”. Sua importância na seleção médica é valiosa, pois por meio da pesquisa de certos sinais, é possível afastar do trabalho em ambientes super-aquecidos, indivíduos pouco resistentes à ação do calor excessivo, futuras vítimas. Os pretos, por razões que não é necessário explicar, apresentam maior resistência nesse sentido.

No 2.º grau, já surgem sintomas para o lado do sistema nervoso, mais sérios: convulsões, tremores, nistagmus, crises tetaniformes, delírio, podendo terminar pela morte.

No 3.º grau, os sinais prodrômicos são tão rápidos que, às vezes, escapam à sensibilidade do indivíduo. Instala-se uma hipertermia e a morte é fulminante; nesse polimorfismo de que se pode revestir, contam-se várias formas: apopléticas, asfíxicas etc. A anatomia patológica revela lesões do sistema nervoso, da suprarenal etc.

As formas crônicas, de muito maior importância na fiscalização das condições térmicas dos ambientes de trabalho, exigem cuidados desvelados, afim de adotar medidas protetoras adequadas.

Não têm a dramaticidade dos casos agudos, menos raros, mas, progressivamente, pela ação do tempo, vão anemiando o organismo. A essa anemia corresponde um estado de fatigabilidade notável; decresce o rendimento do indivíduo; a irritabilidade do sistema nervoso reflete o ataque aos centros termo-reguladores. Se o balanço hídrico é favorável ao organismo, este eleva sua eliminação, pelos processos já enumerados e debilita-se pela sobrecarga das vias desassimiladoras, subtraindo sais ao organismo.

Nessas condições, eleva-se a morbi-mortalidade. As moléstias do aparelho respiratório surgem com maior frequência, especialmente a tuberculose. PARODI é de opinião que menos importa o trabalho que o ambiente em que é executado, relativamente aos ofícios prescritos para tuberculosos. As variações bruscas de calor e umidade são altamente prejudiciais aos tuberculosos (DUMAREST).

A doutrina dominante, já o dissemos, é a da “hipoclorohemia”. ANNES DIAS, preocupado com o diagnóstico precoce do Addisonismo, de que a carência cloro-sódica participa, orientou suas pesquisas no sentido do teor electrolítico

dos sais do sangue. Formulou um índice $\frac{N}{K \times 10} = 1,5$ (normal); os valores

inferiores a 1,5, isto é, quando há sódio de mais ou potássio de menos no plasma sanguíneo, denotam probabilidade de positividade do diagnóstico.

Entretanto, si a causa “está em vias de um acôrdo unânime”, a interpretação do mecanismo ainda é discutida.

Podem ter parecido desnecessários os pormenores a que chegámos. Entretanto, não devem ser encarados desse modo. E porque? Simplesmente pelo fato da prevenção racional dos infortúnios provocados pelo trabalho em tem-

peraturas elevadas, repousar, totalmente, no conhecimento de sua etiologia exata. O mais será mero paliativo.

Hoje, a boa doutrina de organização do trabalho, já não mais admite que se permita o trabalho em temperaturas elevadas sem sua adequada prevenção, feita esta por todos os meios, inclusive medicamentosos, como já vêm adotando os norte-americanos e italianos.

A razão é simples: o rendimento é baixo. Daí o conforto com que se procura cercar o trabalhador, a ponto de nos Estados Unidos, no momento, já se ter posto em prática o sistema de ar condicionado para a indústria metalúrgica. Dado o espírito pragmatista dos norte-americanos, ninguém deve duvidar que as despesas decorrentes desse fato, sejam “despesas que pagam”.

O primeiro recurso medicamentoso-preventivo a ser adotado foi a ingestão de glicídios; suas razões fisiológicas eram justificáveis. Depois, foi a época das vitaminas. A seguir, visando alcalinizar os tecidos, tentou-se administrar certos sais. A benzedrina, pelas suas virtudes de atenuar a fadiga psíquica foi incluída entre os recursos terapêuticos. Entretanto, graças a inúmeras experiências feitas em soldados, parece que o cloreto de sódio é o mais eficaz. Os americanos usam-no puro ou associado a açúcares, nas indústrias metalúrgicas.

Para finalizar, não podemos deixar de mencionar o papel das más condições térmicas do ambiente, sobre a eclosão, marcha e forma das intoxicações profissionais. Quando são produzidas pela ação de suspensões, a sudorese abundante, retendo e dissolvendo tais corpos, facilita sua penetração no organismo. Soma-se, assim, essa via, a outras que normalmente existem. O saturnismo profissional é um exemplo típico.

FADIGA

Toda atividade muscular acarreta elevação de temperatura, exige maior consumo de oxigênio, desfalca as reservas energéticas e dá origem a produtos tóxicos.

Para perfeito funcionamento, o organismo necessita de:

- I — renovar suas reservas de energia: pela transformação de alimentos (ou por sinergismo funcional);
- II — maior quantidade de oxigênio; daí a taquicardia etc.
- III — eliminar os produtos tóxicos;
- IV — expedir o saldo calórico, verificado entre a produção e as necessidades próprias.

No aspecto que nos interessa, fácil é compreender que, si as condições térmicas dificultarem a emissão desse excedente, o músculo não poderá ativar-se em toda sua plenitude. E, dessa maneira, ter-se-á a fadiga muscular, de origem mesológica. Outrossim, a eliminação de produtos pirogênicos, de que

tambem participa a pele, fica igualmente condicionada a fatores externos. Quando estão exgotadas (embora não totalmente) as reservas energéticas, e não são feitas as respectivas compensações, sobrevem a fadiga.

Uma dessas hipóteses, acima formuladas, que seja perturbada, é causa suficiente para desencadear a fadiga.

Embora o estudo da fadiga tenha preocupado o espírito de estudiosos, de longa data (MOSSO, etc.), ainda não é possível conceituá-lo de modo satisfatório, do ponto de vista mecânico. A definição clássica, em que as demais se inspiram, é a de LAGRANGE: "fadiga é um processo que se caracteriza por uma diminuição do poder funcional dos órgãos, provocada por um gasto excessivo de energias e que objetivamente se acompanha de uma sensação especial de mal estar." Entretanto, seus elementos característicos não resistem a uma análise superficial.

Que a diminuição da capacidade contrátil-elástica do músculo é assinalada pela presença de elementos tóxicos, não há a menor dúvida. Provam-no as experiências: de MOSSO, inoculando sangue de animal fatigado em animal em repouso; e as de RANKE, usando extrato muscular. Em ambos os casos, manifestou-se a fadiga experimental.

Dois são os fatores principais a distinguir nas fadigas: um físico (diminuição da contratilidade dos músculos) e um químico (alterações metabólicas dos músculos).

À vista da multiplicidade de formas com que se apresenta, a fadiga pode ser considerada geral ou local, física ou intelectual, muscular ou nervosa, aguda ou crônica, fisiológica ou patológica etc. A essas denominações deve-se acrescentar um sentimento desagradável e uma sensação de mal estar.

De modo que, em determinado trabalho, enquanto o ergograma ou dinamograma acusam um nível mais ou menos estável de rendimento, há trabalho fisiológico; quando começa a decrescer o traçado, denota o aparecimento da fadiga. Daí por diante, o rendimento irá baixando e a fadiga aumentando, tornando-se o trabalho pouco produtivo e anti-fisiológico. A essa altura é que se indica a instituição de pausas intercaladas com o fim de permitir ao organismo refazer-se. Por isso é que se emprega o termo fadiga, na acepção de subrendimento.

A fadiga é causa coadjuvante de doenças profissionais e de acidentes de trabalho. Sua importância na manifestação dos acidentes foi evidenciada por ROTH, MAHY, GOLDMARK etc.

SINTOMATOLOGIA DA FADIGA

Formas agudas — Nos casos agudos, qualquer que tenha sido sua causa, o primeiro sinal de alarme do organismo é a sensação de mal estar e o correspondente sentimento de desprazer. Segue-se-lhes uma depressão psíquica, onde se inclui a diminuição da atenção. Isso contribue para explicar, de certo modo,

a maior frequência de acidentes nos trabalhos suplementares e noturnos, principalmente no manejo de máquinas perigosas.

Formas crônicas — Enquanto na forma aguda, benigna, o repouso permite ao organismo restaurar-se, nas crônicas, pela repetição o organismo vai sofrendo uma debilitação progressiva: orgânica (emagrecimento) e psíquica (distúrbios intelectuais, volitivos e afetivos). Todos os órgãos são atingidos. Não sendo possível descrever, um a um, os sintomas de cada aparelho ou sistema, limitamo-nos a realçar, apenas, alguns deles. Claro é que tais efeitos nos menores, ainda em período de crescimento, e nas mulheres, pela sua biologia especial, são muito mais sérios e de alcance social mais extenso.

Por isso, não é medida acertada adotar, para menores e mulheres (especialmente as gestantes), o mesmo regime dos adultos do sexo masculino. A falta de um horário especial para as funcionárias, em período de amamentação e a inexistência de “crèches”, coloca-as, bem como suas proles, em situação digna de cuidados. Ademais, desde que o Estado está preocupado em proteger as famílias, haja vista a lei de proteção à família, onde são concedidas preferências às numerosas, não se compreende por que ainda não se estabeleceram medidas efetivas complementares e necessárias.

As alterações mais importantes são as musculares. São orgânicas e funcionais. Sobre estas, nota-se a diminuição progressiva da contratilidade e elasticidade, até a cessação, se o esforço é exagerado (em intensidade, duração ou velocidade). A excitabilidade nervosa, igualmente, vai diminuindo.

Do ponto de vista anatômico o trabalho exagerado determina lesões (lacerações, inflamações etc.), atrofias. Do lado do aparelho circulatório, nota-se o aumento de intensidade e do número de batimentos cardíacos etc. No sangue, as alterações principais são hiperglobulia e hiperleucocitose (no limite do trabalho fisiológico); depois o inverso. A acidez (ácido láctico, fosfórico, carbônico etc.).

TISSIÉ divide as manifestações da fadiga em quatro graus. O primeiro é, para êle, o estado fisiológico que se restaura por um simples repouso; no segundo, os fenômenos sendo mais perduráveis, a renovação fisiológica é mais longa; no terceiro coloca a chamada *surmenage*; no quarto já aparecem as lesões anatômicas e fisiológicas, às vezes irreparáveis.

As múltiplas causas da fadiga profissional podem ser reunidas em três grandes grupos:

- I — causas relativas ao trabalho,
- II — causas inerentes ao trabalhador,
- III — causas estranhas a um e outro.

Entre as primeiras, inscrevem-se as decorrentes das más condições do ambiente de trabalho, tais como, temperatura, umidade relativa, velocidade do ar etc. Além desse sub-grupo, outros podem ser constituídos, a saber: *regime*

do trabalho (horário, remuneração etc.); *técnica de trabalho; organização do trabalho e material de trabalho.*

No segundo grupo — o das causas próprias do trabalhador, catalogam-se: biotipo morfo-fisio-psicológico, estado de saúde, idade, sexo, côr; formação, seleção, adaptação e aperfeiçoamento profissionais; alimentação; interesse afetivo; experiência etc.

Entre as causas alheias ao trabalhador e independentes do trabalho estão: ambiente social, domicílio afastado do local de trabalho, numerosos encargos de família, profissões extraordinárias etc.

AValiação DA Fadiga Profissional

A necessidade de avaliação da fadiga profissional é uma das medidas indispensáveis em qualquer organização científica de trabalho. Correspondem a esse objetivo os testes.

Os testes podem ser *diretos*, quando aplicados no próprio indivíduo. Conforme a natureza, dividem-se em *fisiológicos* (tais como os neuro-musculares, dinamométricos etc.); em *psicológicos* (sobressaindo dentre estes os psicomotores); e *químicos* (dosagens de diversos elementos etc.).

Quando são orientados os testes para os efeitos causados no trabalhador ou no trabalho, são denominados *indiretos*. No primeiro grupo (efeitos no trabalhador), temos os testes de *acidentes, de morbi-mortalidade, de flutuação, de ausência ao trabalho* etc.

No segundo grupo estão os testes de *rendimento do trabalho*, os mais utilizados; os de *qualidade* (mal acabamento); de *consumo de força motriz* etc.

LAHY e KORNGOLD, ainda recentemente, em estudo sobre as causas psicológicas dos acidentes de trabalho (31), partindo da hipótese de ser a fatigabilidade maior entre “acidentados” que em “normais”, classificam os testes psicológicos, para esse fim, do seguinte modo:

- I — tempo de reação;
- II — “pointage”; e
- III — “poinconneuse”.

Graças a uma fórmula determinada por RAOUL HUSSON (32) consegue avaliar a fatigabilidade (a).

O candidato é mandado perfurar *n* séries de cartões (dez no máximo). Sendo a segunda representada por *T2* e a série final (variável) por *Tn*, a fórmula é a seguinte:

$$a = \frac{T_n - T_2}{T_2 (n - 1)}$$

(31) J. M. Lahy — S. Korngold — *Recherches expérimentales sur les causes psychologiques des accidents du travail* — Paris — 1936 — pág. 60.

(32) Idem, pág. 64.

Os valores acima de zero denotam resistência e os negativos fadigabilidade, ou melhor, tendência à fadiga precoce.

RENDIMENTO DE TRABALHO

É pela transformação de suas energias químicas potenciais em energias vivas que os músculos trabalham. Cerca de dois terços da energia produzida (33) são convertidas em calor. Assim — afirma RANELETTI — “la macchina umana rende assai piú di qualsiasi macchina creata dall’industria che utiliza solo la 10.^a, 12.^a parte dall’energia” (34).

Quando as condições térmicas do ambiente, desfavoráveis, não permitem ao organismo desfazer-se do excesso calórico, decresce a atividade muscular, e com isso, baixa o rendimento do trabalho, devido ao fator ambiente.

As observações feitas, em todas as épocas, confirmam a ação decisiva das condições térmicas do meio exterior sobre a produtividade. Entretanto, a correlação entre rendimento do trabalho e condições térmicas do ambiente não é tão fácil de objetivar, como no caso da iluminação, conforme salientou o professor CARLOS CHAGAS (35).

Mesmo assim, dentre os métodos de avaliação da fadiga profissional, o mais consagrado é o de sua correlação ao rendimento do trabalho. Tal valor exprime o grau de fadiga geral. Esse registo pode ser tomado em vários intervalos de tempo (horas, dias, semanas etc.) ou pelo método das “amostras”. Sobre as causas do sub-rendimento, não há necessidade de insistir, pois já tendo sido apreciadas as referentes à fadiga, basta ter em vista que esta varia no sentido inverso daquele.

SCOTT, de modo original, condensou as causas individuais do rendimento em três fatores, tomados em sentido geral, cada qual ocupando um dos ângulos de um triângulo. São os seguintes: possibilidade, interesse e oportunidade.

Do ponto de vista da psicologia aplicada ao trabalho, relativamente ao assunto, dois problemas se apresentam: adaptação do homem ao trabalho e do trabalho ao homem. Neste último, colocam-se as medidas confortabilizadoras do ambiente, sem as quais, o rendimento ótimo não será alcançado.

Do ponto de vista mecânico, o rendimento é a relação entre o esforço obtido e o dispendido.

Para fundamentar a influência marcante das condições térmicas do ambiente sobre a curva do rendimento, em face do exposto, não há necessidade de estampar fartas estatísticas. Tal prática poderia até ser tida como mero truismo. De fato, ninguém ignora a ação estimulante dos climas frios e das estações frias sobre o rendimento do trabalho, e ao contrário, o efeito depressor dos climas quentes, especialmente quando úmidos.

(33) A. Raneletti— *Le malattie da lavoro* — Roma — 1922 — pág. 34.

(34) Idem, idem.

(35) C. Chagas — *Conforto visual* — Revista do Serviço Público — Maio — 1941.

De há muito, ELISWORTH HUTIGTON documentou em investigação extensa e profunda a ação do clima sobre as atividades humanas. A sua "climatic hypothesis of civilization" (36) ninguém, nos domínios da Sociologia Experimental, ao lado de muitas outras, tais como a "hipótese evolucionista" (de SPENCER), a das "forças sociais" (de LESTER WARD) etc.

Em todo o caso, feita a devida ressalva, iremos transcrever alguns resultados a respeito da influência das condições térmicas sobre o rendimento do trabalho.

Dirigida por WINSLOW, a Comissão de ventilação de New York chegou à conclusão que há uma perda de 15% no rendimento do trabalho, quando a temperatura passa de 20 para 24°C; essa depressão alcança 28%, se a temperatura sobe até 30° (37). Tais valores dispensam comentários.

Interessante foram as experiências efetuadas por MC CONNELL e YAGLOGLON, em Pittsburg, sobre o rendimento do trabalho em relação às condições térmicas (38). Partindo de uma temperatura de 32°C e uns 30 a 60% de umidade relativa, obtiveram :

- a) diminuição de 50% do rendimento do trabalho a 33°C e 100% de umidade relativa; do mesmo modo que a 43°C e 60%, e a 52°C e 40%;
- b) diminuição de 75% na curva do rendimento, quando os valores da temperatura e umidade relativa eram de:

38°C e 100%

45°C e 60%

57°C e 40%

É de supor que nessas temperaturas elevadas, a agitação do ar tenha sido considerável, pois acima de 32°C (com ar saturado) já surge perigo de vida, conforme se irá ver no quadro adiante.

O Bureau de Minas, dos Estados Unidos, (e seus colaboradores), calculou um aumento de 70% no rendimento do trabalho, numa atmosfera a 32°C e com 60% de umidade relativa, graças à movimentação do ar a 3 m. por segundo (LEUZINGER — *op. cit.*, pág. 26).

Embora seja passível de restrições, pois omite outros elementos valiosos na determinação do conforto, merece ser transcrita a tabela, organizada por PIERCE (39):

(36) E. Huntgton — *Civilization and Climate*.

(37) *Hygiène du Travail* — Bureau International du Travail — Fas. 67 — pág. 3.

(38) *Idem, idem*.

(39) *Idem, idem*.

Temperatura em C°	Umidade relativa	Capacidade de trabalho
21°.....	40%.....	bem estar máximo
".....	85%.....	bem estar, com repouso
".....	91%.....	fadiga e depressão
26°.....	20%.....	bem estar
".....	65%.....	mal estar
".....	80%.....	repouso necessário
".....	100%.....	trab. pesado, impossível
32°.....	25%.....	bem estar
".....	50%.....	nenhuma possibilidade de trabalho
".....	65%.....	trabalho pesado, impossível
".....	81%.....	aumento de temp. do corpo
".....	90%.....	perigo para a saúde.

Em suma, toda organização de trabalho racional ambiciona "o máximo resultado com o mínimo esforço", ou máxima receita com a despesa mínima.

A equação fundamental, composta por NOGUEIRA DE PAULA (40), é a seguinte:

$R \text{ max} - D \text{ min} = L \text{ max}$, onde R é o rendimento máximo, D a despesa mínima e L o lucro máximo.

O lucro máximo está em função da matéria prima (M_p), da mão de obra (M_o) e das despesas gerais (D_g), que esse autor simboliza matematicamente, assim :

$$R_{\text{max}} - M_p - M_o - D_g = L_{\text{max}}$$

Nessa equação, evidencia-se o papel depressor das más condições térmicas do ambiente. Aumentam as despesas gerais, desequilibram as instituições de previdência pela incapacidade de trabalho precoce, diminuem a eficiência da mão de obra. Qualquer um desses fatores, por si só, concorre para diminuir o rendimento ou o lucro.

ACIDENTE DE TRABALHO

Depois de apreciada a ação depressora das más condições térmicas dos ambientes de trabalho na curva do rendimento e na manifestação da fadiga, é de todo dispensável qualquer elucidação sobre a sua conexão com os acidentes de trabalho.

(40) L. Nogueira de Paula — *Compêndio de Seguro Social* — Rio — páginas 33 e 35.

Mais eloquente nesse sentido seria a transcrição de estatísticas sobre esses riscos do trabalho, distribuídas segundo o tempo (mês, dias e até horas de sua ocorrência). Infelizmente, não conseguimos obter, nos círculos oficiais, muito embora a boa vontade encontrada, alguns desses registros periódicos. Nem nos foi dado obter elementos referentes aos serviços públicos, nem a instituições particulares.

Reproduzir estatísticas relativas a países estrangeiros, com condições climáticas diversas, seria malbaratar o tempo, fazendo demonstrações de capacidade especulativa. Em todo o caso, vejamos o reduzido material que conseguimos reunir, por motivos alheios à nossa vontade.

No Anuário Estatístico da Diretoria de Estatística do Distrito Federal (ano VI — 1938), lê-se (pág. 224 e seguintes) que a maior frequência de acidentes do trabalho (3.559 casos), relativa ao ano de 1937, ocorreu no mês de dezembro. Embora não se possa atribuir tal resultado simplesmente, às condições térmicas, é de notar que esse resultado tem sido verificado em alguns outros anos anteriores.

Numa estatística de acidentes organizada pela Companhia Nacional de Cimento Portland, em Guaxindiba (Estado do Rio), abrangendo o período 1931-1938, verifica-se o seguinte resultado, relativamente às horas dos acidentes.

HORAS DE TRABALHO	ANOS								TOTAL
	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	
0 às 8.....	1	4	7	15	5	6	3	5	46
8 às 16.....	3	58	30	47	15	20	13	23	209
16 às 24.....	1	16	19	27	13	17	6	14	113
TOTAL.....	5	78	56	89	33	43	22	42	368

Verifica-se graças ao quadro supra, que a maior incidência ocorre justamente no período de maior insolação.

LEUZINGER (op. cit., pág. 27) cita os resultados a que chegaram os pesquisadores americanos (Bureau de Minas, etc.): o mínimo de acidentes ocorre entre 18°5 e 21°C (dentro da zona de conforto norte-americana); subindo a temperatura, eleva-se a curva de acidentes, e, acima de 24°C foi 39% o aumento registrado.

CAPÍTULO V

SENSAÇÃO TÉRMICA

É por intermédio das sensações que se assegura o contacto do meio exterior com o indivíduo, bem como, até certo ponto, este percebe o que se passa em seu organismo. Por isso, o estudo das sensações térmicas deve preceder o dos índices de conforto térmico. Convem ficar entendido, desde já, que a expressão "sensação térmica" será empregada no sentido genérico, significando quer as sensações de calor ou de frio, uso esse já adotado por alguns autores (COSSA, etc.).

Três fatores devem ser encarados em qualquer sensação:

- I — os excitantes;
- II — as vias centrípetas (receptoras, transmissoras e centros terminais);
- III — a sensação propriamente dita.

Cada uma dessas etapas possui seu campo particular de estudo. A primeira pertence aos domínios da Física; a segunda constitui objeto da Fisiologia Nervosa; e a terceira é assunto da Psicologia.

Não seria possível, dentro dos restritos limites do presente trabalho, pretender minuciar questões de Fisiologia ou Física. Trataremos, somente, da sensação propriamente dita, partindo dos excitantes.

EXCITANTE

Quanto à natureza, dividem-se os excitantes em *subjetivos* (ideais etc.) e *objetivos* (luz, som etc). Estes, a seu turno, subdividem-se em *ativos* e *inertes*. Para WUNDT os excitantes são *externos* (físicos, químicos e mecânicos) e *internos*. HEAD classificou os excitantes (e, portanto, as sensações) em *epicríticos* e *protopáticos*. As primeiras são as percebidas lentamente e localizadas com precisão, e as outras, percebidas rapidamente e localizadas sem precisão. Servem estas, segundo esse autor, para prevenir o organismo de perigos imediatos. Aquí estariam as sensações térmicas.

No que diz respeito à excitação, a sensação térmica não apresenta, como as demais, a mesma unidade causal. Enquanto as outras são produzidas por

um só excitante, a cada momento, as sensações térmicas resultam da estimulação simultânea de vários fatores.

Os mais importantes desses fatores são os seguintes:

- I — temperatura seca do ar (t_s);
- II — umidade relativa do ar (h);
- III — velocidade do ar (v);
- IV — poder irradiante dos corpos envolventes (paredes, principalmente). (R).

E não é só isso. A ação concomitante desses fatores não se exerce no mesmo sentido. Há alguns, como t_s e v , antagônicos até certos limites, e que, entretanto, tornam-se solidários além desse limites. A umidade relativa que é fator de desconforto normalmente, deixa de sê-lo abaixo de 0°C .

Talvez essa complexidade tenha contribuído para que os estudos desses assuntos tenha sido tão pouco explorado por psicólogos. Sua perfeita compreensão reclama a cooperação de físicos, fisiologistas, psicologistas etc.

Referindo-se a esse aspecto, MISSENARD diz que “si le problème est physiologique en deçà de l'épiderme, il devient physique au delà” (41). Esqueceu-se, porém, o notável físico do ângulo psicológico. Quem sente frio ou calor não são os órgãos receptores, transmissores ou perceptores. É o indivíduo.

A sensação reflete o conjunto: o excitante, os órgãos centrípetos e o indivíduo.

Nos fenômenos da sensação, desde sua provocação pelo excitante até sua concientização, quatro são os atributos a considerar: qualidade, intensidade, tempo de reação e tonalidade afetiva (WUNDT, HÖFFDING) ou carga afetiva (COSSA, etc.).

QUALIDADE DE SENSAÇÃO

A qualidade das sensações térmicas, como de qualquer outra, depende dos excitantes (natureza, intensidade e duração), dos órgãos transmissores (estado de momento, excitações precedentes ou simultâneas e de condições pessoais (grau de atenção, fadiga, treinamento, hábitos etc.).

Por sua vez, variando a intensidade, modifica-se a qualidade já que a sensação advinda de um aumento de intensidade não produz um aumento de sensação. Produz-se outra sensação, pois o psiquismo não distingue graus, passíveis de medições.

Entretanto, na prática, o problema se orienta no sentido do excitante, considerado em sua qualidade, intensidade e duração. As sensações são referidas aos excitantes. As sensações térmicas — já foi dito — são influenciadas

(41) A. Missenard — *op. cit.*, pág. VII.

por diversos fatores cósmicos. Uns atuando no mesmo sentido, outros em sentidos contrários, conforme as circunstâncias de momento e seus valores relativos.

Assim, é fácil supor condições, em que efeitos simultâneos e contrários se anulem, e a sensação experimentada pelo indivíduo não sofra modificações qualitativas, muito embora os excitantes estejam em graus diferentes.

A importância fundamental da sensação térmica no equilíbrio vital faz recusar o critério de LIPMANN de considerar a sensação térmica como função inferior. A sensação térmica informa sobre o intercâmbio energético com o meio.

INTENSIDADE

É um lugar comum afirmar que todo fenômeno biológico obedece à lei do mínimo e do máximo, ou melhor, que as funções só se realizam dentro de certos limites variáveis. Entretanto, há certos graus intermediários, em que tais fenômenos se exercem com a máxima economia orgânica: são os graus ou condições ótimos.

A “calorização” (tal como a chamou Comte) não foge a esse princípio. As reações químicas intracelulares exigem certas condições térmicas ótimas, para que seu metabolismo se faça com maior proveito. Isso é conseguido, mais ou menos, em torno de 37° de temperatura interna.

Se o organismo não consegue dissipar seu excedente calórico para o meio, sobrevirá a hipertermia e a sensação já será de mal estar etc. Do mesmo modo, na audição, acima de 130 “fones” a sensação deixa de ser auditiva, para ser de dôr. É a altura do excitante.

É a altura do excitante.

Ainda não se cogitou de indagar qual a variação que se deve imprimir aos diversos excitantes das sensações térmicas para que a sensação experimentada mude de uma para outra qualidade, ou de um para outro grau, em escalas pre-estabelecidas. É o limiar relativo da sensação. O espaço compreendido entre este e a altura corresponde à “extensão” da sensação.

No sentido ascendente, em que a sensação de calor vai aumentando, ou no sentido contrário, cada fator age a seu modo.

Interessante seria procurar estabelecer a correlação entre as condições dos quatro fatores do ambiente e a temperatura da pele, fácil de objetivar por meio de termômetros especiais. Assim, seria evitada a subjetividade de testemunhos. CARLOS CHAGAS, traçando o plano de ação da Comissão do Ambiente do Trabalho (42), de que é Presidente, incluiu essa especulação no programa. Vem a propósito, ainda, a correlação entre as variações de cada um dos fatores mesológicos e certas constantes do aparelho circulatório, tais

(42) C. Chagas — *Revista do Serviço Público* — Abril — 1941 — pág. 233.

como: pulsações, pressão arterial etc. Sabe-se que esse aparelho é o melhor índice das trocas energéticas e, portanto, da termogênese.

Pouco se sabe a respeito. Em atmosfera com ar imovel e saturada de umidade, acima de 32° já surgem fenômenos patológicos. A sensação é de muito calor (grau 7 da escala Paulo Sá), agravando-se pela atividade.

O Bureau de Minas, em experiências em Pittsburg, submetendo pessoas a diversas condições externas e com vestimentas variadas, obteve como limite suportavel (em 45 minutos) o ar a 69°C (termômetro seco), 38°C (t. úmido) e sendo de 15% a umidade relativa. Com o t. úmido a 44°C o limite baixou para 35 minutos.

Ficou provado nessas experiências que o metabolismo basal, com ar saturado, diminue com o aumento de temperatura até 26°C, daí começa a subir. Esse valor equivale a 31°C com 50% de umidade relativa e a 34°C com 20%. Parece que são esses os valores máximos, perigosos de ultrapassar.

Relativamente à correlação entre temperatura e pulsações cardíacas, vale citar os resultados obtidos por BAZETT, que chegaram ao nosso conhecimento por meio de SCHNEIDER (43). Com um aumento de 18°F da temperatura, em animais, verificou um aumento de 2 a 3,5 vezes dos batimentos cardíacos. No pulso, obteve um aumento de 37 batimentos por minuto para uma elevação de 3,6°F. Alem disso, já citamos as variações volumétricas do sangue em face do esforço realizado. A conexão entre as pulsações e a deficiência refrescante do ar, foi estudada por HILL e CAMPBELL, em trabalho digno de nota.

TEMPO DE REAÇÃO

Tambem aquí, ainda não houve quem se preocupasse em determinar qual o tempo decorrido entre as modificações externas e a modificação correspondente. Às vezes, num ou noutro autor, vê-se a referência ao tempo em que foi mantida a experiência. Para sensações locais, GLEY estabelece os seguintes valores, em que se pode notar a maior celeridade para as de frio.

Calor	155 a 185 milésimos de segundo
Frio	150 a 170 " " "

Isso talvez seja explicado pela menor quantidade de pontos epidérmicos de calor (0 a 3 por centímetro quadrado) que de frio (6 a 23 por mmq).

CARGA AFETIVA

É conveniente não confundir, do ponto de vista psicológico, a sensação com o respectivo sentimento de que se faz acompanhar. Tanto pode ser agradável como desagradável. Nesse meio estará o sentimento de indiferença, correspondente à sensação de conforto, de bem estar fisiológico.

(43) E. C. Schneider — *Physiology of muscular activity* — Philadelphia — 1939.

CAPÍTULO VI

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DO AMBIENTE

Sendo várias as causas modificadoras do conforto térmico, torna-se difícil sua perfeita caracterização, de modo a indicar as condições fisiológicas e psicológicas, experimentadas pela indivíduo.

Outrora, explicavam-se os efeitos maléficos produzidos pelas condições ambientes, pelas alterações químicas da composição do ar. A responsabilidade era atribuída ao aumento de teor de anidrido carbônico, à diminuição da quota de oxigênio, e, ainda, ao desprendimento de certos "venenos orgânicos", efeitos esses motivados pela presença de pessoas nos recintos.

Predominava, a esse tempo, a chamada *teoria químico-pulmonar*, e a percentagem volumétrica do bióxido de carbono era considerada como índice de conforto térmico, significando, além de certo limite, que as condições não eram salutaras.

A correção de um ambiente, em que tal limite estivesse ultrapassado, consistia unicamente em insuflar mais oxigênio, retirar daí o anidrido carbônico, e também, os gases orgânicos. Fixaram-se doses individuais de ar a serem injetadas nos ambientes e esses mínimos foram convertidos em leis, embora sem uma uniformidade entre si. Assim, enquanto em alguns países se exige uma renovação horária, individual (de 30 m³ Bélgica), outros estabelecem o volume mínimo no interior destinado a cada indivíduo. Esse valor é de 10 m³ na África, Itália, Suécia etc.

Admite-se, hoje, o valor médio de 30 m³ por pessoa — hora.

Pouco importava, dentro dessa teoria, indagar a temperatura, a umidade relativa e a velocidade do ar de renovação, ou a temperatura das paredes etc.

Devido ao fato do ar exterior ser, normalmente, menos quente e úmido que o do ambiente habitado, claro é que as condições sempre melhoram pela intensificação da ventilação. Assim se explica o longo prestígio dessa teoria, não obstante falsa, segundo ficou provado posteriormente.

Todavia, a interpretação do bem estar produzido pela introdução de ar do exterior, sem condicionar suas características físicas, não exprime a verdade. É o que está amplamente demonstrado por meio de inúmeras experiências,

feitas em toda a parte. Não é a composição do ar a causa do desconforto fisiológico, da sensação de calor e do sentimento desagradável correspondente.

É que, muito antes que a composição do ar houvesse alcançado os limites então tidos como desfavoráveis, já os efeitos perniciosos se faziam sentir, de modo sensível. Logo, a causa não estava na qualidade química.

Consequentemente, a *teoria físico-cutânea* veio ocupar o lugar da precedente. E o problema passou a ser — segundo o pensamento de LEE — *físico* e não *químico, cutâneo* e não *pulmonar*.

Contribuíram para isso vários experimentadores, destacando-se HILL, HALDANE, FLÜGGE, FRIEDLANDER, PETTENKOFFER etc. Provaram todos que a sintomatologia (objetiva e subjetiva) precedia as alterações químicas do ar, tidas como causa dos fenômenos. O anidrido carbônico, como índice de conforto térmico, foi substituído por outros indicadores, de ordem física.

Já em 1851, GAVARRET, encerrando animais em recintos fechados e extraindo o anidrido carbônico, verificara que a morte sobrevinha, em pouco tempo.

Em 1862, tinha verificado PETTENKOFFER que o desconforto se fazia sentir, em ambiente superlotado, antes que a percentagem de oxigênio houvesse decaído de modo sensível e a do anidrido carbônico atingisse 1%. HERMANS, em ambiente com a taxa de oxigênio reduzida à metade, só notou os efeitos quando a quota de CO² atingia 3%. Hoje, admite-se que até 100 partes por 10.000 não há danos à saúde.

Recusado o teor de anidrido carbônico, como índice de conforto térmico, impunha-se a pesquisa de outro. Nesse sentido, tratava-se de engendrar um meio de avaliar o grau de conforto térmico de um ambiente do modo pelo qual o indivíduo o sente. Sem dúvida, embora a excitação seja múltipla e simultânea, a sensação resultante é uma só.

Redobrarão-se as experiências, multiplicaram-se os esforços, no intuito de traduzir a correlação entre as variáveis características físicas do ambiente e as respectivas sensações térmicas.

Nem é preciso salientar que cada processo se fundamenta em princípio diverso e que todos pretendem indicar as condições de “potabilidade do ar”, como disse LEUZINGER.

Vejamos, por alto, alguns deles, desde o clássico termômetro seco até o método de MISSENARD.

TEMPERATURA SECA DO AR

Modo geral, consideram os autores a temperatura seca do ar como o mais inseguro indicador das condições térmicas dos ambientes. Entretanto, é dever mencionar que o professor PAULO SÁ, em experiências feitas em adultos, ocupados em trabalhos burocráticos, no Rio de Janeiro, obteve resultados favoráveis a esse índice, especialmente na época mais quente (de 1 de no-

vembro a 30 de abril) (45). Não deve ser esquecido que, em suas conclusões, restringe o valor obtido aos locais, cuja umidade varie entre 60% e 80%, como no Rio de Janeiro.

O critério geral é só aceitar a temperatura seca do ar, quando associada a outros elementos (umidade relativa, etc.). Isoladamente já houve (GEORGE FORDYCE, em 1775) quem observasse um indivíduo suportar, durante alguns minutos, temperatura seca de 99°! Enquanto isso, a 32° com o ar saturado, a saúde começa a correr perigo.

TEMPERATURA ÚMIDA DO AR

Afim de levar em conta a evaporação da pele e ao nível dos pulmões, procurou-se, envolvendo o bulbo do termômetro seco com um tecido, elevar, esse valor à categoria de índice do conforto térmico.

Cedo, porém, foi verificada a ineficácia, permanecendo sua avaliação, apenas, para verificar a temperatura efetiva.

CATATERMOMETRIA

Para preencher o mesmo *desideratum*, LEONARD HILL construiu o seu "catatermômetro". O cata (abreviação com que é chamado) consta de um termômetro a álcool colorido, alongado, tendo, na extremidade inferior, um reservatório desse líquido, e, na outra, uma dilatação, para evitar ruptura, quando o aquecimento (necessário ao funcionamento do aparelho) for exagerado. Há, em sua haste, dois traços horizontais. O superior corresponde, mais ou menos, a 37°,7C (100°F) e o inferior a cerca de 35°,3C (95°,5F). A distância entre ambos é de 2°,7 e a média é de 36°,5, aproximadamente a do corpo humano (46).

A quantidade de calor emitida pelo aparelho, referida ao centímetro quadrado é uma constante (representada por F) que vem gravada na haste, chamada de fator. A velocidade com que se faz essa perda de calor varia com as condições refrigerantes do ambiente. O cata indica o "poder refrigerante", que é a relação entre o fator e o número de minutos gastos pela coluna de álcool para percorrer o espaço entre os dois traços.

Enquanto o cata seco pretende representar a pele sem sudação, envolvido seu bulbo por uma camisa umedecida (cata úmido), representaria o organismo em franca sudação.

Seu funcionamento é simples. Mergulha-se seu bulbo em água quente, até que a coluna líquida suba além do traço superior. Enxuga-se o instrumento,

(45) P. Sá — *op. cit.*, pág. 41.

(46) *Vademecum de l'hygieniste du travail* — Bureau International du Travail — Genève — 1936 — pág. 43.

que é colocado num suporte. A leitura consiste em cronometrar o tempo gasto pela coluna em percorrer o intervalo entre as duas linhas, referido a segundos,

Quanto menor fôr esse tempo, tanto maior será o poder refrigerante da atmosfera em que está colocado.

Enquanto no cata seco as perdas de calor se fazem por irradiação, condução e convecção, no úmido, além dessa, há as relativas a evaporação. Para calcular o poder refrigerante (representado por H), existem nomogramas adequados (47).

Acredita-se que para o Brasil, ou mais especialmente, para o Rio de Janeiro, os valores das cata-temperaturas são diferentes dos países de clima frio e temperado.

FONTENELLE, em observações colhidas no Rio de Janeiro, entre 1921 e 1923, encontrou um valor entre 11 e 14 para o cata-úmido. Esse valor mínimo, para trabalhos moderados, é aceito por BARROS BARRETO e CÂMARA MOTTA (48).

Para trabalhos de escritório, PAULO SÁ obteve para o cata-seco os valores de 5,1 a 5,4 (inverno) e 3,3 a 3,9 (no período que, por simplificação, chamou de verão), para o Rio de Janeiro (49).

TEMPERATURA EFETIVA

Ante o insucesso do instrumental destinado a avaliar o grau de conforto térmico dos ambientes os norte-americanos, com YAGLOU à frente, criaram um novo método: o *das temperaturas efetivas*.

A temperatura efetiva (abreviação de temperatura efetivamente sentida), a cuja invenção muito deve o atual progresso da técnica de ventilação, foi assim definida por LEUZINGER (50):

“... é um índice da intensidade de calor sentida pelo corpo humano sob a influência da temperatura, da umidade e da agitação do ar.”

DULCÍDIO PEREIRA é de opinião que a temperatura efetiva

“... só pôde ser definida como a temperatura do ambiente saturado e em repouso que dê a mesma sensação térmica do ambiente considerado.” (51)

A determinação das temperaturas efetivas americana foi experimental. Para confecção das curvas (que o professor Leuzinger converteu para o sistema métrico e escala Celsius) os pesquisadores do “United States Public Health Service” e seus colaboradores fizeram com que várias pessoas permanecessem em ambientes, com condições físicas diferentes, porem controláveis. Cada qual emitia sua opinião por meio de um voto.

(47) Vademecum.

(48) J. B. Barreto — *op. cit.*, pág. 80.

(49) P. Sá — *op. cit.*, pág. 54

(50) J. R. Leuzinger — *op. cit.*, pág. 68.

(51) D. Pereira — *op. cit.*, pág. 12.

Vê-se, assim, que observando os efeitos de determinadas condições físicas do ar sobre os indivíduos, o fenômeno foi encarado em dois aspectos: físico e psico-fisiológico. Entretanto, convem assinalar de passagem, outro fator, além de temperatura seca (t_s), umidade relativa (h) e velocidade do ar (v), não fora tomado em consideração: o poder irradiante de paredes etc. Disso se ocupou mais tarde Missenard, em sua "temperatura resultante", conforme se irá ver adiante.

Continuando, vê-se que, para os experimentadores norte-americanos três são os fatores da equação: t_s , h e v .

Os fundamentos das experiências foram simples. Quando a temperatura de um ambiente se eleva, diminui a emissão de calor sensível de uma pessoa aí colocada. Se houver igualdade entre as temperaturas (do corpo e do ar) não mais será eliminado calor sensível. Todavia, se a umidade relativa, até então abstraída, diminuir, crescerá a emissão de calor latente. Desse modo, aumentando t_s , e, simultaneamente, diminuindo v , pode ser que o incremento de calor sensível possa compensar a carência de calor latente, e desse modo a emissão total será igual, e igual será a sensação.

Daí — concluíram — há certas combinações desses três fatores (t_s , h , v) que provocam a mesma sensação térmica, e portanto, igual dispêndio energético.

Da ação simultânea e variável de t_s , h e v , sobre os indivíduos postos num ambiente, estabelece-se uma perda total de calor fixa, mau grado tais perdas sejam asseguradas em graus diferentes e por processos diversos (irradiação, convecção, condução e evaporação).

Assim, (para os norte-americanos) um ambiente, em que t_s é igual a 30°C e h igual a 100%, equivale psicofisiologicamente (possue a mesma temperatura efetiva) a outro, onde $t_s = 35^\circ\text{C}$ e $h = 55\%$, e assim como a outro com $t_s = 40^\circ\text{C}$ e $h = 37\%$.

Dentre a multiplicidade de combinações possíveis, encontra-se um valor (variável) em que as trocas energéticas se realizam com o máximo de economia para o organismo e a sensação térmica correspondente não é nem de calor, nem de frio. É a "temperatura de conforto", ou de "neutralidade térmica", como a denominou MISSEWARD.

Variando, porém, de indivíduo para indivíduo, (e no mesmo indivíduo) e de lugar para lugar, de estação para estação, impoz-se a necessidade de estabelecer uma zona dessas variações médias. Tal zona é chamada "zona de conforto", que, para os americanos está compreendida entre 17° , 22° e 21° , efetiva. A média destes valores ($19,44$) é a "temperatura de conforto".

Acima de $19,44$ a sensação térmica é, ascendentemente de calor, e, modo contrário, abaixo, é de frio. Provaram as experiências, igualmente, que o fator h , que acima de 0°C é desfavorável ao conforto, abaixo desse valor é favorável. A velocidade do ar (v), fator benéfico nas sensações de calor, é,

pelo contrário, prejudicial ao bem estar, quando t_s é igual ou superior à temperatura do corpo.

A prática das temperaturas efetivas exige uma série de experimentações, por isso quase todos os estudos extra-americanos a elas referentes, padecem do mesmo mal: não se utilizam de escalas locais. PAULO SÁ teve oportunidade de verificar que duas situações diversas a que correspondem igual temperatura efetiva pela escala norte-americana, são totalmente diversas aqui no Rio de Janeiro. (52)

Essas experiências teriam que ser feitas em vários locais, para diversos gêneros de atividade (leve, moderada e pesada), e para a estação fria e quente, pelo menos.

Entre nós, ainda não foram feitos tais estudos, devido talvez ao custo elevado dos mesmos. Nossos engenheiros, médicos, sanitaristas, físicos, fisiologistas etc., muito se tem ocupado do assunto, apesar disso.

Aceitando ser inferior aos padrões universais o nosso metabolismo, admite-se que, também sejam menores os limites para a zona de conforto.

BARROS BARRETO, professor da cadeira de Higiene do Trabalho, diz que “no tocante às temperaturas efetivas, pareceu-nos e a JORGE LEUZINGER que, provisoriamente, não se devem ultrapassar os limites de 25 graus efetivos no inverno e 30 graus efetivos no verão” (53).

Com o propósito de contribuir para a solução de tão importante questão, PAULO SÁ empreendeu uma longa série de observações originais, cujos resultados são descritos em “Conforto térmico”, de sua autoria. Seu trabalho, merecedor de francos elogios da maior autoridade europeia — MISSENERD — foi baseado em método diferente e de grande alcance: o método estatístico.

Procurou PAULO SÁ estabelecer a correlação entre as condições de diversos índices de conforto térmico (temperatura etc.) e as respectivas sensações experimentadas pelos indivíduos aí colocados. Observou o fenômeno durante um ano ininterrupto.

Enquanto os norte-americanos modificaram as condições do ambiente e verificavam as alterações das sensações, Paulo Sá controlou o ambiente e as consequentes sensações produzidas.

A correlação, entretanto, exige comparações quantitativas, portanto, objetivas. Nesse sentido, adotou Paulo Sá uma escala, assim: 1 — muito frio; 2 — frio; 3 — quase frio; 5 — agradável; 6 — quente e 7 — muito quente (54).

No método seguido por Paulo Sá, o fenômeno da sensação foi encarado em seu tríplice aspecto: físico, fisiológico e psicológico. É influenciado tal fenômeno por circunstâncias variáveis. Só a Estatística, graças à observação

(52) P. Sá — *op. cit.*, pág. 26.

(53) J. Barros Barreto — *op. cit.*, pág. 80 e 81

(54) P. Sá — *op. cit.*, pág. 36.

de grandes massas, poderá evidenciar o geral entre tantas causas fortuitas, por ser fenômeno atípico ou coletivo.

Os fenômenos do conforto térmico estão entre os que devem ser pesquisados por via estatística, pois estão sujeitos à multiplicidade (de YULE), à complexidade (de JULIEN) e à variabilidade (de BENINI).

Suas observações foram divididas em dois períodos: um de 1 de maio a 31 de outubro (chamado Inverno) e 1 de novembro a 30 de abril (Verão).

Os resultados a que chegou, para adultos entregues a trabalho de escritório, normalmente vestidos (no Rio de Janeiro), relativos às temperaturas efetivas, foram os seguintes:

Inverno	22°,1 efetivos
Verão	24°,8 efetivos

Esses são os valores da temperatura de conforto, que, na escala empregada, correspondem ao grau 4, isto é, sensação agradável. Serviu, igualmente, para provar que a temperatura efetiva em paralelo a outros métodos, é o melhor para a fase menos quente do ano.

Interessante é verificar que a Prefeitura do Distrito Federal, já em 1-7-937, no Código de Obras (decreto n. 6.000), tinha estabelecido que a temperatura efetiva, para casas de diversões etc., deveria ser de 21 a 23° efetivos, no Inverno, e de 23 a 25° no Verão. Ignoramos em que dados se baseou para acertar...

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA EFETIVA

A temperatura efetiva é expressa em graus. Esses são obtidos por meio dos seguintes dados:

- I — temperatura seca do ar (ts);
- II — temperatura úmida do ar (u);
- III — velocidade do ar (v).

Os dois primeiros são avaliados, geralmente, por meio de psicrômetros (em funda etc.).

A velocidade do ar, que nos ambientes de trabalho é geralmente fraca, calcula-se por meio do cata-seco, utilizado como anemômetro.

As operações a seguir são as seguintes:

1.º — determinar H (poder refrigerante da atmosfera). Para isso, divide-se o fator (F) do cata pelo tempo gasto em percorrer o intervalo da haste. Esse quociente é H ;

2.º — de 36°,5 subtrai-se o valor da temperatura seca (ts). Esse resultado é chamado θ (téta);

3.º — divide-se o valor de H por θ , e esse resultado, levado a tabelas especiais, irá indicar a velocidade do ar.

De posse dos três elementos, basta ler em ábacos o valor em graus efetivos a temperatura. Cumpre assinalar que LEUZINGER converteu para o sistema métrico decimal a tablea de valores H , bem como o ábaco para determinação da temperatura efetiva nos Estados Unidos, quando lá esteve estudando tais assuntos, onde prestou sua colaboração.

TEMPERATURA RESULTANTE

Estudos posteriores de cientistas franceses, tais como DUPUY, VÉRON, MERLAN e, sobretudo, MISSENARD vieram demonstrar a existência de mais outro fator do ambiente a ser tomado em consideração na determinação do conforto térmico. Esse novo fator, adicionado aos outros três, é a irradiação de calor de todas as superfícies internas dos ambientes sobre os indivíduos aí presentes, e, inversamente, a capacidade termo-absorvente de tais superfícies. Dentre as inúmeras superfícies termo-irradiantes do ambiente importa, em primeiro plano, a das paredes, seguindo-se a de outros fôcos de calor interno, tais como aparelhos de iluminação, combustões etc. Representemos por R (como a fez PAULO SÁ) esse fator e designêmo-lo simplesmente por “irradiação das paredes”, a título de simplificação.

Naturalmente esse poder de irradiação das paredes depende de seu coeficiente de condutibilidade térmica, superfície etc.

Da incorporação desse novo fator surgiu a noção de *temperatura resultante*, o mais recente e o melhor índice, pelo menos para as cidades de mesmo clima que o Rio de Janeiro, em épocas quentes observados adultos e em atividade ligeira. Nossa assertiva se apoia nos resultados dos “Estudos sobre o conforto térmico no Brasil: o termômetro resultante de MISSENARD”, de autoria de PAULO SÁ. A correlação encontrada por esse autor entre a temperatura resultante e as sensações térmicas, nos meses de novembro e dezembro de 1935 e janeiro de 1936, foi de 0,861 0,025, maior do que a que encontrara para outros índices em igual período do ano e expostos em seu outro trabalho, já mencionado antes.

A reputação do novo indicador foi firmada após a confirmação experimental, feita justamente pelos norte-americanos, destacando-se HOUGHTEN e MC DERMOTT, além de BEDFORD e BARKER (na Inglaterra), LIESE (na Alemanha), sem esquecer o próprio PAULO SÁ, entre nós.

A temperatura resultante reflete, pois, a ação simultânea da temperatura seca, da umidade relativa, da velocidade do ar (geralmente pequena nos ambientes de trabalho) e, finalmente, a irradiação das paredes (e “du paysage”, como disse Missenard) sobre os indivíduos aí presentes.

Graças à nova concepção, enriquecida pelo fator irradiação, é possível “compreender este fato aparentemente surpreendente, de que pessoas imóveis sintam frio num local onde o ar está a 40° e as paredes a 13° (35). E, também, que tais pessoas “experimentem ao contrário, uma impressão de conforto quando o ar está a — 3.º e as paredes a 28º” (56).

E assim, conclue PAULO SÁ — “há uma relação íntima entre a sensação de calor e a temperatura resultante, podendo, por conseguinte, esta ser tomada como medida daquela”. (57)

MISSEWARD definiu a temperatura resultante do seguinte modo:

“é, por definição, a temperatura da ambiência equivalente, cujo ar é imóvel, saturado de umidade e em repouso, tendo as paredes a mesma temperatura que esse ar.” (58)

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA RESULTANTE

É determinada a temperatura resultante por meio de um termômetro especial, construído por MISSEWARD, onde, mediante a leitura direta é possível verificar as condições térmicas de um ambiente, desde que a velocidade do ar seja ínfima ou quase nula. Se, porém, o ar estiver agitado, caso em que o termômetro não se presta a medições, recorre-se à avaliação dos quatro fatores interferentes na temperatura resultante (T_s , h , v , R) e depois a temperatura resultante é obtida em tabelas e ábacos apropriados.

O aparelho consta de uma esfera ôca, pintada de preto e recoberta, em parte, por uma gaze mantida úmida. Motivos técnicos fazem com que o diâmetro da esfera seja de 8 cm e a superfície recoberta seja de 34%, segundo PAULO SÁ, ou de 36% de acordo com LORIGA (59). Essa esfera representaria as condições em que se processam as relações térmicas entre o organismo humano e o ambiente. Em seu interior está colocado um termômetro, onde se lê a temperatura resultante, dispensando-se a tríplice leitura como na temperatura efetiva. Por isso, o termômetro de Misseward é indicado para termo-estado.

Utilizando-se da correlação entre a temperatura resultante e as sensações experimentadas por seus testemunhos, PAULO SÁ, por meio de equações de regressão calculou a temperatura de conforto (grau 4 de sua escala). Seu resultado foi de 22,9 para os ditos meses, relativo a adultos, em pequena atividade, normalmente vestidos e no Rio de Janeiro.

Aquí parece ter sido menos exata a previsão da Prefeitura do Distrito Federal, pois fixou entre 23 e 25º resultantes o valor permitido para os

(55) A. Misseward — *op. cit.*, pág. 23.

(56) Idem, idem, pág. 23.

(57) P. Sá — *Estudos sobre o conforto térmico no Brasil: o termômetro de Misseward* — Rio — 1936 — pág. 14.

(58) A. Misseward — *op. cit.* — pág. 23.

(59) *Vademecum de H.* — *op. cit.*, pág. 33.

mesmos locais. Merece destaque a importância dos estudos que veem sendo realizados pelo Instituto Nacional de Tecnologia, contribuindo para o nosso aperfeiçoamento técnico.

Além desses, outros métodos já teem sido tentados para solucionar o problema da avaliação do conforto térmico dos ambientes. Dispensâmo-nos de citá-los, pelo desinteresse que despertam, em face dos que já foram tratados.

CAPÍTULO VII

CONFORTABILIZAÇÃO TÉRMICA

Quem aponta os efeitos nocivos causados pelas más condições térmicas dos ambientes e discrimina os principais processos de sua verificação, fica tacitamente obrigado a completar o trabalho, analisando os vários recursos tendentes a evitar, ou, pelo menos, atenuar tais gravames à saúde e ao rendimento quali-quantitativo do próprio trabalho. É o que nos propomos resumir neste capítulo, encarando o assunto, tanto quanto possível, pelo seu aspecto geral. O que a descrição perder em profundidade, ganhará na certa em extensão. Esse é o nosso objetivo no momento.

Se a sensação térmica reflete a natureza do intercâmbio calórico entre o organismo e o ambiente, a depender o conforto fisiológico das características físicas do ar, logo a correção ou prevenção deve ser orientada, simultaneamente, para ser eficaz, nos dois sentidos: *indivíduo* e *ambiente*. Procurando um termo genérico que possa exprimir todas as medidas que se irão explanar destinadas a evitar ou reprimir as nocividades causadas pelas anti-higiênicas condições ambientes e as inerentes ao próprio indivíduo, julgámos de bom alvitre adotar o termo "confortabilização", já muitas vezes empregado por PAULO SÁ.

Assim se explica a denominação deste capítulo.

Os inúmeros recursos que devem ser adotados para o fim exposto podem ser divididos em dois grandes grupos: os relativos ao *indivíduo* e os pertinentes ao *trabalho*, subdivididos estes em: fatores próprios do edifício, do ambiente, condições e regimes de trabalho. É fora de dúvida que não nos deteremos em certos pormenores, cuja simples descrição iria alongar demais esta parte, além de outras cuja competência nos falta, constituindo ramos de conhecimento para os quais não nos sentimos credenciados a falar, como sejam questões de engenharia e arquitetura.

Nunca deve deixar de ser repetido que todas as medidas referentes ao assunto, devem ser tomadas em consideração, afim de que se assegure, de fato, aos que trabalham em ambientes de climas tropicais, condições que concorram para o maior êxito dos esforços dispendidos e das energias gastas. Dominar as más condições climáticas dos ambientes de trabalho é para certas zonas do Brasil tão importante quanto o foi para os "holders" holandeses a conquista do mar, donde surgiu a Hidrostática.

E é preciso que nós, os brasileiros, façamos sempre que possível um esforço para desmentir as asserções malévolas ou absurdas de certos cientistas que, sinceramente ou por ignorância, se distraem em atribuir ao clima tropical (em sentido pejorativo) a causalidade de fatos, cuja responsabilidade está muitas vezes em endemias, carências alimentares, falta de observância de regras elementares de higiene alimentar etc.

Não é utopia preconizar para os climas quentes o uso permanente de recursos artificiais, do mesmo modo que calefação para zonas frias é imposta.

INGENIEROS, notavel sociólogo argentino, para citar um exemplo, assim diz: (60)

“Dos naciones pueden compartir con la Argentina la responsabilidad del provenir latino en Sud América: Chile y Brasil.”

A seguir, especifica os fatores naturais do progresso: extensão, clima, riqueza natural e raça. E diz: “Al Brasil le faltan el clima y la raza...” Para êle “La única parte del Brasil que llena condiciones climáticas propicias es la meridional, lindera con el Uruguay”. É de notar que ninguém duvida da sinceridade do filósofo e médico argentino. Todos os outros repetem o *velho chavão* de que nosso clima é contrário. GUSTAVE LE BON, nos famosos e ardentes absurdos de suas “Lois psychologiques de l'évolution des peuples” vai mais longe: condena todos os sul-americanos “à anarquia forçada” e “à profunda decadência”, etc. Os exemplos são numerosos e — o que é mais grave para a nossa reputação — é o côro que disso fazem alguns brasileiros que se orgulham em repetir tais conceitos ultramarinos, sem espírito de crítica, sem conhecimento e, acima de tudo, sem patriotismo.

É preciso agir, lutando contra as más condições climáticas e, ao mesmo tempo, contra a divulgação dessas opiniões, tendenciosas e depressoras, pois quem mantem o maior parque industrial sul-americano não pode estar condenado a ocupar papel de segundo plano, e quem conseguiu reunir no mesmo solo povos de línguas, costumes e religiões as mais diversas, numa fecunda demonstração de solidariedade humana, como parece ter dito ZWEIG em sua homenagem ao Brasil (País de futuro) está à frente de muitos outros povos.

Não temos o duplo problema: aquecer ambientes em zonas frias e resfriá-los em zonas quentes. Nosso problema capital consiste em evitar os efeitos do calor.

Cuidemos, pois, dos diversos recursos a serem instituídos, a começar pelo TRABALHO.

EDIFÍCIOS DE TRABALHO

Um edifício de trabalho não deve ser construído arbitrariamente em qualquer lugar. No julgamento dos diversos fatores interferentes na solução

(60) Ingenieros — *Sociologia Argentina* — pág. 77, etc.

da escolha, deve ser encarecida a sua finalidade em face das condições térmicas que possa oferecer aos que nele forem permanecer. Não que se desprezem outros aspectos da questão, mas que se superestime o fator — conforto térmico. A má escolha de local, depois será irremediável e pouco valerão outros recursos, por mais adequados que sejam, pois não irão agir sobre as causas e sim sobre os efeitos. Meros paliativos.

Às vezes o aspecto econômico da construção faz optar por locais que irão prejudicar seriamente o rendimento do trabalho e a própria saúde dos que aí exercerem suas atividades.

Não desconhecemos que o futuro Hospital dos Servidores do Estado foi localizado, onde está, por motivos estranhos à vontade de seus organizadores. Entretanto, ninguém, à luz dos conhecimentos atuais ignora que os doentes muito irão sofrer com os ruídos e trepidações do local, com a alta quota de suspensóides que existem pelas redondezas etc. Isso para dar um exemplo concreto.

Antes da decisão urge indagar das condições meteorológicas locais: temperatura, umidade relativa, ventos predominantes, insolação etc. É mais fácil localizar uma sala de acordo com a natureza e horário de trabalho do que procurar, à custa de recursos ulteriores, suprir as deficiências de aeração. Já não há mais razão, após os estudos de PAULO SÁ (61), para que, aqui, no Rio de Janeiro, isso seja feito ao acaso. Deve ser considerado o futuro prédio em relação aos circunjacentes, às superfícies ofuscantes, ruídos, desprendimentos de gases, fumaças etc.

Cuidado especial deve merecer a orientação das aberturas dos recintos de trabalho. Convém dirigí-las de acordo com a função a ser executada. Esse aspecto funcional em nada poderá prejudicar o aspecto arquitetônico. É preciso evitar excessos de insolação, orientando as salas, de acordo com sua utilização horária e em várias épocas do ano. PAULO SÁ estabeleceu os valores da insolação para os diversos setores, de acordo com as estações, para três naturezas de utilização: matinal, vespéral e o dia todo (62).

Verifica-se que, dentro do ponto de vista heliométrico, os setores menos insolados, aqui no Rio, são os compreendidos entre SO-S-SE (durante o dia todo), entre S-SO-O (pela manhã) e entre E-SE-S (à tarde). Isso nas quatro estações do ano.

No verão e em ambientes de utilização à tarde, como é o caso da maioria das repartições, o setor menos aquecido pelo sol é o situado entre E-SE, que tem uma insolação nula à tarde durante todo o ano. É claro que ao escolher este ou aquele setor, o fator insolação não é o único a ser encarado na questão do conforto térmico, nem em outras questões também impor-

(61) P. Sá — *O problema da iluminação e o da insolação dos edifícios do Rio de Janeiro* — Rio — 1937.

(62) P. Sá — *A orientação dos edifícios da Cidade Universitária do Rio de Janeiro* — pág. 22.

tantes. Devem ser tomados em conta os ventos predominantes, a iluminação natural etc. Em todo o caso, entre nós, as aberturas devem ser encaradas antes como superfícies de ventilação que de iluminação (P. SÁ). É mais fácil evitar excessos de luz que remover dificuldades de ventilação.

O material empregado, igualmente, deve ser mau condutor do calor. Há quem aconselhe, como recurso protetor, a cobertura de amianto e folhas duplas de alumínio, com ar de permeio, servindo de isolante. Vale ainda citar o prolongamento de beirais, o uso de marquises, toldos e demais superfícies de sombreamento. No tipo pavilionar de construção, deve ser bem protegida a cobertura. Vidros termo-absorventes poderão reduzir a ação dos infra-vermelhos no interior. Tijolos ôcos, paredes duplas, acabamento com cores claras e foscas, completarão o quadro de medidas higiênicas.

AMBIENTE DE TRABALHO

Relativamente aos ambiente de trabalho, a atenção deve ser voltada para todos os focos de produção de calor, necessários às operações, bem como aparelhos de iluminação, cuja altura, espaçamento e intensidade devem ser objeto de um plano racional. As fontes internas de calor devem sofrer a denominada "segregação geográfica".

O isolamento é feito por meio de paredes com material à prova de calor (amianto, feltro etc), com paredes duplas com serragem, água ou ar de permeio, circulando com ou sem pressão artificial os dois últimos.

CONDIÇÕES, REGIME E TÉCNICA DE TRABALHO

Outros fatores na confortabilização térmica dos ambientes são os que dizem respeito à técnica utilizada, aos horários de trabalho, às máquinas e utensílios empregados.

É preciso que o horário seja feito de acordo e proporcional ao esforço físico empregado; que sejam instituídas pausas curtas, intercaladas nos períodos de trabalho, afim de permitir ao organismo renovar suas energias.

RECURSOS INDIVIDUAIS

No que concerne aos indivíduos várias medidas devem ser prescritas. A primeira delas será uma seleção bem orientada, em que sejam afastados os portadores de qualquer comprometimento do aparelho respiratório ou circulatório, os mais solicitados na luta contra o calor excessivo. Igualmente os nefréticos, os que apresentarem sinais de pequeno adisonismo etc.

A seguir devem ser estudados planos de vestimentas para os serviços industriais do Estado, em que se considerem, além de outros fatores, a proteção contra as excessos térmicos do ambiente.

Seguem-se os cuidados visando reparar os gastos energéticos, isto é, as práticas de uma alimentação racional, cujo teor calórico deve ser estabelecido de acordo com o gênero de trabalho. É simplesmente impróprio o sistema, que já se tem adotado, de fixar um padrão único de ração para todos os trabalhadores, independente da natureza do trabalho efetuado etc.

Nos casos extremos, pode-se recorrer ao uso de água ligeiramente salgada, afim de restaurar o "deficit" orgânico, conforme já vimos.

A par disso, nos exames periódicos, devem ser cuidadosamente pesquisados os efeitos das más condições térmicas sobre a saúde do pessoal. Aos primeiros sintomas devem ser tomadas medidas acauteladoras, por meio de redução de horário, aumento de pausas intercalares, e até licenças. É lamentável que os diaristas, que formam a maioria dos operários dos serviços industriais do Estado ainda não tenham direito a licenças para tratamento de saúde. Tudo leva a supor que esse benefício social seja futuramente estendido a essa laboriosa classe de servidores.

Passados em revista, em linhas gerais, os diversos recursos, alguns dos quais já tinham sido abordados, vejamos agora os principais, a principiar pela ventilação.

Antes, entretanto, vejamos em que se fundamentam os diversos recursos, aplicados ao ambiente de trabalho.

A profilaxia dos efeitos nocivos causados pelas excessivas condições térmicas dos ambientes repousa nos quatro pontos seguintes:

- I — aumentar a velocidade do ar;
- II — abaixar a temperatura do ar;
- III — reduzir a umidade relativa do ar;
- IV — diminuir o poder irradiante das paredes, focos interiores etc.

Qualquer uma dessas medidas, que seja tomada, redundará em benefício para o conforto térmico dos indivíduos colocados em tais ambientes. Começemos pela ventilação.

VENTILAÇÃO

Num ambiente normal, nota-se um duplo e natural intercâmbio gasoso: 1.º entre o meio exterior e esse ambiente e, 2.º, entre este e os indivíduos aí presentes. Graças a essa renovação automática de ar, as condições térmicas do ambiente conseguem propiciar conforto aos que nele estão, não obstante as alterações físico-químicas sofridas pelo ar expirado.

O ar do meio exterior, desde que sua temperatura seja menor que a do ambiente, irá penetrando no recinto, à proporção que o ar mais quente e mais úmido for saindo. Quanto maior for a diferença entre as duas temperaturas, tanto mais veloz será essa movimentação.

Assim, pode-se definir a ventilação como todo processo técnico que tem por fim assegurar não somente o renovamento contínuo do ar num ambiente, mas ainda realizar condições atmosféricas tão perfeitas quanto possível (63). Em sentido lato, a ventilação é todo processo tendente a aumentar a capacidade refrigerante da atmosfera de um ambiente.

De duas naturezas são os processos de ventilação: natural e artificial, esta podendo ser geral ou local. Tratemos da ventilação natural.

VENTILAÇÃO NATURAL

A ventilação natural é a que se realiza por intermédio de todas as aberturas que estabelecem ligação entre o ar do interior e o do exterior. Desse modo, o primeiro cuidado a tomar, para que se consiga uma boa ventilação natural é localizar convenientemente o edifício, de modo a aproveitar, no máximo as correntes de ar predominantes, e ao mesmo tempo evitar a colocação de aberturas na direção de correntes de ar fortes e de rajadas. Só um estudo local, pormenorizado e paciente, poderá fornecer os elementos necessários a um perfeito planeamento.

Ao estabelecer a forma (já houve quem dissesse que a forma mais lógica é a retangular), superfície, altura e situação das janelas, além de considerá-las como superfícies iluminantes, não deve ser esquecida sua função mais importante na ventilação. PAULO SÁ, de modo incisivo, referindo-se ao Rio de Janeiro, ao estudar a orientação da Cidade Universitária, disse categoricamente que “entre nós, as janelas devem ser consideradas muito menos como *superfícies iluminantes* — pois para isso bastaria que fossem muito pequenas, como vimos — do que como *superfícies ventilantes*” (64).

Afim de proporcionar farta entrada de ar devem ser amplas as aberturas e, si possível, colocadas em lados opostos. Se a orientação em que forem colocadas fizer incidir sobre elas luz e insolação excessivas, far-se-á a proteção por meio de superfícies de sombreamento ou mediante o uso de: vidros perfurados, “carreaux de Castaing”, aeradores Guzzi; vidraças basculantes, em guilhotina etc.

Sobre a superfície total das janelas, convem não subscrever os valores variáveis estabelecidos para os países frios, em que se fixam em 1/5, 1/6, e da área do recinto, pois os nossos são inferiores, no que diz respeito à iluminação natural.

Essas questões, só podem ser resolvidas em face de outros fatores, também importantes ao assunto: iluminação natural, irradiação ultra-violeta, lotação do ambiente, características da insolação, ventos locais etc.

(63) D. Smet — *op. cit.*, pág. 15.

(64) P. Sá — *O problema da iluminação natural e o da insolação dos edificios no Rio de Janeiro* — pág. 18.

Até aqui, tal como se viu, o ar entra e sai naturalmente pelas aberturas. As vezes, todavia, há vantagem em facilitar a expulsão do ar confinado por meio de aparelhos especiais. Do mesmo modo pode ser auxiliado o seu ingresso. Nesse caso, os orifícios de entrada e de saída devem estar colocados, respectivamente, o mais baixo e o mais alto possível. Ou então, efetuada a ventilação por outros meios (lanternins, chaminés de aeração e aberturas nas paredes).

A par desses recursos podem ser utilizados *aspiradores estáticos fixos*, melhores que lanternins e chaminés. São aparelhos automáticos, de grande rendimento, que dispensam o consumo de força motriz etc.

Interessante, entre os sistema de ventilação natural, é o “sistema Knapen”, também chamado de “aeração diferencial ou horizontal”. Esse processo é baseado no desnivelamento que normalmente se verifica entre as temperaturas do interior e do exterior. Desde que haja uma diferença de 0,5°C já começa a funcionar a ventilação. Consiste numa série de aberturas nas paredes, de acordo com as diferenças de temperatura. O ar do lado mais frio exerce pressão sobre o mais quente, daí a direção da corrente.

Esse sistema, que constitue finalidade da “Compagnie Générale d’Assèchement et d’Aération Procédé Knapen”, na Bélgica, funciona automaticamente, livre de despesas de conservação, permite uma regulagem, e não prejudica a estética, etc.

VENTILAÇÃO ARTIFICIAL

Quando não bastam os recursos da ventilação natural, por mais cuidadosa que tenha sido sua instituição, notadamente em locais super-lotados, urge recorrer a processos artificiais de ventilação, afim de assegurar conforto térmico aos que aí trabalham. Outras vezes são as próprias exigências técnicas a umidificar o ambiente e focos de combustão no interior, tudo motivando menor conforto fisiológico.

A ventilação artificial, feita por meio de ventiladores, pode obedecer a três tipos principais, que são:

- I — ventilação por aspiração (depressão, exaustação);
- II — ventilação dor impulso (insuflação, injeção);
- III — ventilação mixta.

I — Na ventilação por aspiração (vacuum), tipos especiais de ventiladores extraem o ar confinado do ambiente, criando uma depressão, que irá causar a penetração do ar do exterior. Tais aparelhos são chamados extractores ou exaustores. Esse é o sistema mais utilizado, devido à sua simplicidade e baixo custo de energia. Aconselha-se “cruzar” os aparelhos e as aberturas de entrada, isto é, colocá-los frente à frente. São os ventiladores helicoidais os utilizados aqui.

II — A ventilação por impulsão (plenum) é realizada por meio de ventiladores centrífugos, que injetam no ambiente uma quantidade de ar sob pressão. Este ar irá expulsar volume igual de ar do interior. É mais eficaz este sistema, especialmente em locais super-aquecidos e em sub-solos.

III — Na ventilação mixta, aplicam-se simultaneamente os dois outros sistemas, quando estes por si sós se mostram insuficientes. Nesse caso, o ar a ser introduzido deve ser colhido em local isento de impurezas ou poluições.

UMIDIFICAÇÃO

A umidificação é outro recurso que se pode empregar na luta contra o excesso de calor nos recintos de trabalho. No nosso clima, porém, é contraindicada essa prática, pois a atmosfera já é por demais úmida, especialmente aqui no Rio de Janeiro, onde é cerca de 80%.

Em todo o caso, está a umidificação catalogada entre os recursos de confortabilização térmica, pois reduz a temperatura do ar. Em operações em que se desprendam suspensoides, a umidificação é utilizada, ao lado de outros recursos, para modificar a estado em que se apresentam tais suspensoides, nocivos à saúde do pessoal. Entretanto — convem salientar — esse recurso não é o mais apropriado.

Por fim, seja lembrada a necessidade técnica de algumas operações, impondo a umidificação dos locais em que são executadas. O exemplo clássico é encontrado na indústria têxtil. Devido à higroscopia de certas fibras (algodão etc.) só com uma elevada umidade relativa podem ser fiadas e tecidas com facilidade. Outras, embora não sejam tão higroscópicas, (lã, seda etc.), exigem alta umidade relativa devido à eletricidade estática produzida no ambiente. Em tais casos, a umidificação é assegurada por meio de aparelhos especiais. Uns (umectores, vaporizadores ou pulverizadores) apenas introduzem água em vapor no ambiente. Outros (umidificadores ou lavadores de ar) além disso, ventilam simultaneamente.

Visando, especialmente, diminuir a quota de vapor d'água nos ambientes de trabalho, o que irá minorizar o desconforto térmico dos indivíduos neles colocados, pode-se recorrer ao uso de certas substâncias hidro-absorventes. A sílica-gel já tem sido empregada para esse fim, pois é capaz de absorver cerca de 40% de seu peso em vapor d'água (65).

CONDICIONAMENTO DO AR

Toda vez que os processos naturais se mostram inadequados e outros recursos artificiais não conseguem propiciar condições térmicas favoráveis,

(65) J. B. Barreto — *o. cit.*, pág. 82.

pode-se lançar mão de outro recurso mais oneroso, contudo mais eficaz — o condicionamento do ar.

Nesse caso, as medidas não se restringem simplesmente a abaixar a temperatura, diminuir a umidade relativa ou movimentar o ar. O condicionamento do ar visa todos esses e outros requisitos de conforto humano.

Além dessas características físicas do ar, no condicionamento, é levada em conta a composição química do ar a ser introduzido no recinto. Deve obedecer a certas condições, daí seu nome. É bom dizer que há um certo esforço para substituir a expressão “condicionamento de ar” por “climatização”. Entre nós o autor dessa sugestão foi o professor DULCÍDIO PEREIRA. Não temos interesse em emitir nossa opinião, embora a questão seja de importância.

Seja climatização ou condicionamento de ar, o que importa é conceituar o fenômeno. Consiste em extrair o ar impróprio (confinado, etc.) de um ambiente e introduzir ar refrigerado, movimentado, menos úmido, sem impurezas, com as quotas de gases normais, de modo a proporcionar conforto térmico às pessoas colocadas em tal ambiente.

Desse modo há vários problemas físicos e químicos no condicionamento do ar. O primeiro é o do abaixamento da temperatura do ar, (aquecido) pela respiração, pelas calorias produzidas por fontes internas, pelo calor irradiente das paredes etc. Todas essas calorias devem ser absorvidas. Segundo, a redução do excesso de vapor d'água produzido. Terceiro, a absorção de outros gases orgânicos etc.

Três processos são possíveis no condicionamento do ar: aproveitamento total do ar retirado do ambiente (circulação sem renovação), aproveitamento parcial (circulação com renovação), e rejeição total do ar aspirado (renovação sem circulação de ar). De todos esses processos, o mais barato e o mais salutar é o segundo, em que se aproveita grande parte do ar retirado do ambiente. A Prefeitura do Distrito Federal só permite o aproveitamento máximo de 75% de ar para recirculação.

É muito comum pessoas de responsabilidade julgarem um luxo uma instalação de ar condicionado em ambientes de trabalho, aqui entre nós.

Para desfazer essa opinião errônea, basta dar o exemplo dos Estados Unidos, onde, por força do rearmamento em que estão empenhados, acharam acertado condicionar o ar de usinas metalúrgicas. Lá, a temperatura e umidade relativa médias são muito inferiores às nossas. Além disso, ninguém desconhece os efeitos benéficos de boas condições térmicas nos trabalhos de ordem intelectual. Já há algumas empresas, entre nós, que transferiram seus escritórios para salas com ar condicionado, embora as despesas de locação sejam maiores. O exemplo vem sendo seguido por outras.

No condicionamento do ar serão preestabelecidos os valores de todas as características físicas do ar a ser lançado no ambiente. A temperatura não

deverá ser muito inferior à do meio exterior, afim de evitar os efeitos malé-ficos das mudanças bruscas.

Quanto à umidade relativa, estão assentados alguns pontos, a saber:

I — abaixo de 15°C, a umidade relativa compreendida entre 70 e 100% é favoravel ao conforto orgânico;

II — entre 15°C e 27°C é indicada uma umidade relativa entre 40% e 65%;

III — menos de 40% de umidade relativa é contraindicavel, qualquer que seja a temperatura do ar;

IV — em temperaturas acima de 30°C, a umidade relativa superior a 70% causa efeitos desconfortaveis (66).

(66) P. A. Suess — *Clim. e Refrig.* — op. cit. , pág. 13 e 14.

TERCEIRA PARTE

CONCLUSÕES

I — Pela dissipação permanente, para o meio exterior do saldo de sua energia térmica produzida, o organismo humano é uma fonte constante de calor (Cap. I).

II — Na termogênese humana, cabe ao sistema muscular o papel mais importante, pois que é sede da maior parte das reações exotérmicas, de que se deriva o calor humano. (Caps. I e IV).

III — É principalmente, mas não exclusivamente, pela superfície cutânea, que o organismo se liberta do excesso calórico da produção sobre as despesas. (Cap. I).

IV — Admite-se, segundo a maioria dos autores, que os valores do metabolismo basal nas zonas tropicais e subtropicais sejam inferiores aos das regiões frias e temperadas. (Cap. I).

V — Não obstante a umidificação da pele e mucosas depender diretamente do estado higrométrico do ar, a evaporação cutânea não se anula, ao contrário da crença em vigor, pelo estado de saturação do ar ambiente. (Cap. III).

VI — Toda vez que, em seu intercâmbio energético com o organismo, a reduzida capacidade refrigerante do ambiente dificulta a emissão térmica, vários efeitos nocivos são observados:

- a) distúrbios de saúde dos que trabalham;
- b) antecipação da incidência da fadiga;
- c) diminuição do rendimento do trabalho;
- d) comprometimento da qualidade do trabalho;
- e) aumento da frequência de acidentes;
- f) agravação da evolução de doenças e intoxicações profissionais;
- g) elevação do número de faltas ao serviço, de tempo e material perdidos;

h) encurtamento do prazo de vida e da capacidade de trabalho, comprometendo-se, assim, o equilíbrio financeiro das instituições de previdência social;

i) encarecimento da produtividade. (Cap. IV).

VII — Ê aos distúrbios do metabolismo hídrico e cloro-sódico que se atribuem, atualmente, a causalidade dos efeitos termonóticos, motivados por ambientes anti-higiênicos. (Cap. IV).

VIII — Sobrevindo a fadiga, baixa o rendimento do trabalho, que a partir desse instante, se torna anti-econômico e, sobretudo, anti-fisiológico. Tem sido registradas diminuições de 50% e até de 75%. (Cap. IV).

IX — No que concerne a acidentes de trabalho, os efeitos das más condições externas são evidenciados pela maior frequência desses infortúnios nas épocas quentes, nos dias de maior insolação, e nas horas de temperatura mais elevada. (Cap. IV).

X — Traduzindo o equilíbrio entre a estrutura físico-química orgânica e a capacidade refrigerante do ambiente, a sensação térmica experimentada pelo indivíduo está em função de fatores individuais, do estado das vias centrípetas e da natureza e grau dos excitantes. (Cap. V).

XI — Dentre os fatores interferentes no conforto térmico, importam: a temperatura, a umidade relativa, a velocidade do ar, e o poder irradiante dos corpos envolventes sobre o organismo e *vice-versa*. (Cap. V).

XII — A prevenção ou correção da nocividade causada pelas más condições térmicas dos ambientes de trabalho, para ser eficaz, deve encarar tanto os indivíduos quanto o próprio trabalho. (Cap. VII).

XIII — Acerca do indivíduo, aconselha-se a prática de uma seleção médica racional, o uso de vestimentas apropriadas, a instituição de regime alimentar adequado, a efetivação de exames médicos renovados periodicamente, o recurso de adaptação e readaptação. Nos casos mais graves, pode-se impor o uso de aparelhos protetores e até de recursos medicamentosos preventivos. (Cap. VII).

XIV — Relativamente ao regime de trabalho, indica-se a adoção de horários, de acordo com a insalubridade própria à profissão. Há mais: a intercalação de períodos de repouso, durante o trabalho: facilidade para concessão de licenças, cujo gôzo fique assegurado em colônias de convalescentes etc. (Cap. VII).

XV — No que diz respeito ao edifício de trabalho, cuidados preliminares devem ser atendidos afim de localizá-los convenientemente. A seguir, a orientação de suas aberturas, o material de sua construção, sua capacidade etc., deverão ser adotados, após minucioso estudo, confrontando-se todos os fatores ligados ao assunto. (Cap. VII).

XVI — No ambiente de trabalho devem ser isoladas todas as fontes internas de calor, bem assim planejado um sistema de iluminação artificial de modo a evitar os males daí decorrentes. (Cap. VII).

XVII — Diante de estudos, ensaios e experiências feitos entre nós, admite-se, unanimemente, que a nossa "zona de conforto" seja inferior à dos norteamericanos. (Cap. VI).

BIBLIOGRAFIA

I — AUTORES NACIONAIS

- 1 — A. PEIXOTO — Clima e Saúde — S. Paulo — 1938.
- 2 — C. CHAGAS — Conforto visual — Rev. do Serv. Púb. — maio — 1941.
Trabalho e conforto térmico — Idem — abril — 1941.
Atividade da Comissão de Ambiente de Trabalho em 1940 — idem, idem.
- 3 — D. PEREIRA — Climatização e Refrigeração — Rio — 1938.
- 4 — H. PÓVOA — A Patologia das Minas — Rev. do Trabalho — fevereiro de 1941.
- 5 — I. MALAGUETA — Invalidez e Seguro Social — Rio — 1937.
- 6 — J. BANDEIRA DE MELLO — Da fadiga — Rev. Bras. de Med. e Farm. — ano VIII,
ns. 3 e 4 — Rio — 1932.
- 7 — J. BARROS BARRETO — Higiêne do Trabalho Industrial — Rio — 1937.
Acidentes do Trabalho — Rio — 1937.
- 8 — J. CARLOS VITAL — Noções elementares de Seguros — Rio — 1939.
- 9 — J. DE CASTRO — Metabolismo basal nos climas tropicais — Arq. de Med. Legal
— n. 16 — 1938.
- 10 — J. RIBEIRO LEUZINGER — A ventilação artificial nas regiões tropicais — Rio —
1929.
- 11 — J. SAMPAIO FERRAZ — Meteorologia brasileira — Rio — 1934.
- 12 — L. BENJAMIM DE VIVEIROS — A influência do ambiente sobre o metabolismo —
Arq. Bras. de Medicina — maio — 1937.
O trabalho braçal no verão — idem — janeiro — 1940.
- 13 — L. NOGUEIRA DE PAULA — Compêndio de Seguro Social — Rio — 1939.
- 14 — P. SÁ — Conforto térmico — Rio — 1938
Estudos sobre conforto térmico no Brasil: o termômetro resultante de Missenard —
Rio — 1936.
A orientação dos edifícios da Cidade Universitária do Rio de Janeiro — Rio —
1937.
O problema da iluminação natural e o da insolação dos edifícios no Rio de Janeiro
— Rio — 1937.
- 15 — R. PINHEIRO LIMA — O problema do ar e da ventilação — Separata do Boletim do
Inst. de Engenharia de São Paulo — 1918.

II — AUTORES ESTRANGEIROS

- 16 — A. KNAPEN — Le problème de l'aération naturelle — Bruxelles — 1917.
- 17 — A. MISSENARD — L'homme et le climat — Paris — 1936.
- 18 — A. OLLER — Medicina del trabajo — Madrid — 1935.
- 19 — A. RANELETTI — Le malattie da lavoro — Roma — 1922.
- 20 — BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL — Higiêne du Travail — Encyclopédie d'higiêne,
de pathologie et d'assistance sociale — 2 volumes — Genebra — 1930.
Vademecum de l'hygiéniste du travail — Genebra — 1936.

- 21 — C. P. YAGLOU — The heated thermometer anemometer — Journ. of ind. hyg. and toxicol. — outubro — 1938 — Baltimore.
The kata thermometer — Its value and defects — U. S. Treasury Dep. — 1924.
- 22 — D. BOCIA — Medicina del Trabajo — Buenos Aires — 1938.
- 23 — D. SMET — Higiène et assainissement des locaux industriels — Bruxelles — 1935.
- 24 — E. C. SCHNEIDER — Physiology of muscular activity — Filadélfia — 1939.
- 25 — E. F. DUBOIS — Basal metabolism in health and disease — Londres — 1927.
- 26 — G. BIANCHI — La frequenza oraria degli infortuni sul lavoro — Assist. soc. agric. — julho e agosto — 1938 — Roma.
- 27 — J. AMAR — Le moteur humain — Paris — 1923.
- 28 — J. B. GOEWIE e W. RADSMA — The basal metabolism of different native population groups at Batavia — A. N. Phys. — 1937.
- 29 — H. C. BEST e N. B. Taylor — The physiological basis of medical practice — Baltimore — 1939.
- 30 — L. HILL e A. CAMPBELL — Health and environment — Londres — 1925.
- 31 — M. LAIGNEL-LAVASTINE — Pathologie du sympathique — Paris — 1924.
- 32 — O. MEYRHOF — Chimie de la contraction musculaire — Paris — 1932.
- 33 — P. COSSA — Physiopathologie du système nerveux — Paris — 1936.
- 34 — P. L. MACPLAIN e E. S. MONTGOMERY — Observations on blood of workmen exposed to high temperatures — J. of Clin. Inv. — julho — 1934 — Nova York.
- 35 — REAL ACADEMIA D'ITALIA — "VI Convegno Volta": Lo stato attuale delle conoscenze sulla nutrizione — Roma — 1938.
- 36 — R. MARGARIA — I fenomeni della stanchezza — Med. dello Sport e dell'Educ. fis. — junho — 1938 — Turim.
- 37 — W. BAYARD e J. A. GOLDBERG — Handbook on social Hygiene — Filadelfia — 1938.
- 38 — W. OSTWALD — L'énergie — Paris — 1913.