

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Marcos Rosa Félix**

**SEGURANÇA E A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR**

**Taubaté – SP**

**2011**

**Ficha catalográfica elaborada pelo  
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

F316s Félix, Marcos Rosa  
Segurança e a exposição ocupacional ao calor / Marcos Rosa Félix. -  
2011.  
40f.

Monografia (especialização) – Universidade de Taubaté,  
Departamento de Engenharia Civil, 2011.

Orientação: Prof. Eng. João Alberto Bajerl, Departamento de  
Engenharia Civil.

1. Segurança ocupacional. 2. Trabalho insalubre. 3. Exposição ao  
calor no trabalho. I. Título.

**Marcos Rosa Félix**

**SEGURANÇA E A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR**

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização pelo curso de engenharia de segurança do trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté

Orientador: Engº João Alberto Bajerl

**Taubaté – SP**

**2011**

# Marcos Rosa Félix

## SEGURANÇA E A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO CALOR

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização pelo curso de engenharia de segurança do trabalho do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Taubaté

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA

Professor João Alberto Bajerl

Assinatura \_\_\_\_\_

Professor Msc Carlos Alberto Guimarães Garcez

Assinatura \_\_\_\_\_

Professora Msc Maria Judith M. Salgado Schimidt

Assinatura \_\_\_\_\_

Agradeço a Deus; a meu irmão Jaques Rosa Félix, meu orientador nos assuntos jurídicos, agradeço a compreensão por talvez não lhe ter dedicado a atenção merecida durante o período de intenso trabalho.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos ilustres professores Carlos Alberto Guimarães Garcez, João Alberto Bajerl e Maria Judith Marcondes Salgado Schimidt, por todo conhecimento que ajudou-me a construir, desde o primeiro dia de aula.

## RESUMO

A insalubridade, bem com a periculosidade, são fatores que oneram as empresas em suas folhas de pagamento, acrescentando este valor ao produto final de suas atividades, sendo este repassado para o consumidor; além disso, colocam em risco a saúde do trabalhador. A presente monografia de conclusão de curso teve como objetivo demonstrar a existência de técnicas e ferramentas das diversas áreas da engenharia que podem ser utilizadas em locais de trabalho considerados insalubres ou perigosos – de modo especial em ambientes quentes – a fim de minimizar e até mesmo eliminar tais condições no dia a dia do trabalhador. O estudo se justifica por sua relevância nos dias atuais, quando a preocupação com os direitos humanos, com a saúde e com o meio ambiente vem ganhando espaço nas discussões em todos os níveis, sobretudo na mídia. Concluiu-se que algumas das ações para preservação da saúde do trabalhador em ambientes quentes são a realização de pausas e rodízios, a criação de ferramentas para facilitar o trabalho (robôs, dispositivos e outros) e até mesmo a instalação de barreiras entre a fonte insalubre e o trabalhador. Parece que se pode afirmar que a melhor técnica considerando-se a saúde do colaborador, os custos de sua implementação e o atendimento à legislação vigente e acordos sindicais é o trabalho protegendo o colaborador da exposição ao calor trabalhando diretamente na fonte do risco, ou seja, trabalhando no local onde o calor é gerado, criando barreiras e sistemas de enclausurar e promovendo a dissipação do calor.

Palavras-chave: Calor. Insalubridade. NR 15.

## **ABSTRACT**

The unhealthy, as well as danger, are factors which affect companies in their payrolls, Adding this value to the final product of their activities, this being passed on to consumers; in addition, they endanger the health of the worker. This course conclusion monograph aimed to demonstrate the existence of tools and techniques from different areas of engineering that can be used in workplaces or hazardous considered unhealthy - especially in hot environments - in order to minimize and even eliminate such conditions on a daily worker. The study is justified by its relevance today, when the concern for human rights, health and the environment has gained importance in the discussions at all levels, especially in the media. It was concluded that some actions to preserve the health of workers in hot environments are taking regular breaks and casters, creating tools to facilitate the work (robots, and other devices) and even the installation of barriers between the source unhealthy and the worker. It seems that one can say that the best technique considering the health of the employee, the costs of implementation and compliance with applicable laws and union agreements is the job of protecting the employee from exposure to heat working directly at source, that is to say, the working location where heat is generated by creating barriers and enclose systems and promoting heat dissipation.

Keywords: Locks. Unhealthy. Danger.

## LISTA DE SIGLAS

ACGIH *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*

ART Anotação de responsabilidade técnica

CC Código Civil

CLT Consolidação das Leis do Trabalho

CPC Código de Processo Civil

CREA Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

EPI Equipamento de Proteção Individual

MTE Ministério do Trabalho e Emprego

NR Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho

PCMSO Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PPRA Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

SEESMT Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

SSMT Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho

SSST/MTb Secretaria de Segurança e Saúde do Trabalho / Portaria do Ministério do Trabalho

TJSC Tribunal de Justiça de Santa Catarina

TST Tribunal Superior do Trabalho

STF Supremo Tribunal Federal

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 Objetivo.....	11
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1 Higiene Ocupacional.....	12
2.2 Programas Legais de Higiene Ocupacional.....	12
2.3 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA.....	13
2.4 Conceitualização da Exposição Ocupacional ao Calor.....	14
2.5 Mecanismos de Trocas Térmicas .....	14
2.6 Tipos de Trocas Térmicas .....	14
2.6.1 Condução.....	14
2.6.2 Convecção .....	15
2.6.3 Radiação .....	15
2.6.4 Evaporação .....	15
2.6.5 Equilíbrio térmico.....	16
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>18</b>
4.1 As Reações do Organismo ao Calor .....	18
4.2 Principais Efeitos do Calor.....	18
4.3 A Exaustão pelo Calor .....	19
4.4 A Prostração Térmica por Desidratação .....	19
4.5 As Enfermidades das Glândulas Sudoríparas .....	20
4.6 Edema pelo Calor .....	20
4.7 Aclimação .....	20
4.8 Norma Regulamentadora – 15 (NR-15).....	21
4.9 Exemplos de Avaliação.....	26
4.10 Regime de Trabalho (Descanso em Outro Local).....	28
4.11 Local de Medição.....	30
4.12 Norma de Higiene Ocupacional NHO-06-Fundacentro .....	30
4.13 Abordagem dos Locais e das Condições de Trabalho .....	31
4.14 Equipamentos de Medição Eletrônicos.....	31
4.15 A Conduta do Avaliador .....	32
4.16 Informações ao Trabalhador a Ser Avaliado.....	32
4.17 Posicionamento do Conjunto de Medição.....	32
4.18 Relatório da Avaliação à Exposição Ocupacional ao Calor .....	32
4.19 Norma Regulamentadora – 17.....	33

4.20 Índice de Temperatura Efetiva.....	33
4.21 Medidas de Controle à Exposição Ocupacional ao Calor.....	36
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo aborda questões pertinentes ao trabalho em locais onde há a exposição a calor. Essa exposição deve ser avaliada e controlada por profissionais legalmente habilitados, com formação em engenharia de segurança do trabalho, observando a aplicabilidade da legislação vigente.

Dessa forma, deve-se considerar a importância de buscar conhecimentos nessa especialidade, como alternativas para criar dispositivos construtivos, que minimizem ou eliminem as operações insalubres nas atividades laborais.

A monografia apresenta-se assim dividida: REVISÃO DE LITERATURA, METODOLOGIA, RESULTADOS e DISCUSSÕES e CONCLUSÃO.

Na REVISÃO DE LITERATURA, encontram-se diversas considerações sobre a segurança do trabalho no Brasil e sobre a exposição ocupacional do trabalhador ao calor.

A METODOLOGIA relaciona os meios e técnicas utilizados para a elaboração do trabalho.

Em RESULTADOS e DISCUSSÕES mostram-se os efeitos do calor sobre o trabalhador, bem como as reações e mecanismos que o corpo utiliza para regular sua temperatura.

A CONCLUSÃO tratou de evidenciar a eficácia da legislação vigente e também das técnicas de engenharia para minimizar a exposição do trabalhador.

### 1.1 Objetivo

Apresentar técnicas de engenharia capazes de minimizar ou eliminar a exposição insalubre, melhorando a qualidade do ambiente de trabalho.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Higiene Ocupacional

A definição de higiene ocupacional dada pela ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* – é a seguinte: “arte do reconhecimento, avaliação e controle de fatores ou tensões ambientais originados do, ou no, local de trabalho e que podem causar doenças, prejuízos para a saúde e bem-estar, desconforto e ineficiência significativos entre os trabalhadores ou entre os cidadãos da comunidade”.

A higiene ocupacional visa à prevenção da doença ocupacional por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos agentes ambientais capazes de atuar de maneira insalubre sobre o trabalhador. A prevenção da doença deve ser entendida com um sentido mais amplo, pois a ação diz respeito à prevenção e ao controle das exposições inadequadas a agentes ambientais, em um estágio anterior às alterações de saúde e à instalação da doença.

Em senso amplo, a atuação da higiene ocupacional prevê uma intervenção deliberada no ambiente de trabalho como forma de prevenção da doença. Sua ação no ambiente é complementada pela atuação da medicina ocupacional, cujo foco está predominantemente no indivíduo.

### 2.2 Programas Legais de Higiene Ocupacional

Programas são ações permanentes, estabelecidas pela organização para atingir objetivos específicos. Neste caso, o objetivo é a prevenção de acidentes e doenças do trabalho e, para isso, a legislação brasileira e as normas internacionais de saúde e segurança do trabalho estabelecem, entre outros, os seguintes programas ou ferramentas (Buono Neto, 2002):

- PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (NR-9);
- PCMSO – Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional (NR-7);
- PPP – Perfil Profissiográfico Previdenciário;
- SESMT – Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (NR-4);

- CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.

Todos esses programas são implementados simultaneamente por fazerem parte de um sistema mais amplo, o da gestão das questões de saúde e segurança do trabalho das empresas preocupadas e conscientes sobre a importância da segurança do trabalho (Araujo, 2002).

Neste contexto, o termo “gestão” está associado a um conjunto de práticas gerenciais necessárias ao processo de planejamento, avaliação, controle e monitoramento de processos produtivos. Assim, sistema de gestão é a forma de conduzir políticas organizacionais mediante a aplicação de um conjunto de ações para se alcançar os objetivos e metas estabelecidos no planejamento estratégico das empresas (Barbosa Filho, 2001).

Os sistemas de gestão possuem como uma de suas ferramentas, o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) – planejar, executar, verificar e atuar – cujo objetivo é o processo de melhoria contínua dos sistemas.

As empresas optam pela implantação de sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho, pois este sistema apresenta as seguintes vantagens:

- melhoria da imagem organizacional;
- redução dos acidentes de trabalho e de doenças profissionais;
- redução de custos com acidentes e doenças profissionais;
- maior intensidade no cumprimento da legislação de segurança e saúde.

### 2.3 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA

O PPRA, antes de tudo, é um programa de higiene ocupacional, que visa à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, por meio de antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho. Os riscos ambientais de que trata o PPRA estão restritos aos agentes físicos, químicos e biológicos (Barbosa Filho, 2001).

Sua exigência foi instituída pela portaria no. 25 de 25.12.95 que deu nova redação à NR-9 da portaria no. 3214/78. Cumpre esclarecer que o PPRA não substitui o mapa de risco, previsto na NR-5 (CIPA) – o PPRA é um programa de

higiene ocupacional, enquanto o mapa de risco é uma inspeção qualitativa realizada pelo próprio trabalhador em seu posto de trabalho, que neste caso leva em consideração os agentes químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e mecânicos.

Não se deve perder o foco principal do PPRA: a melhoria das condições de trabalho e a prevenção de doenças ocupacionais. Tais resultados são alcançados a partir de um PPRA bem elaborado, quando apoiado por empresa que possua políticas preventivistas e que esteja comprometida com os objetivos do programa.

## 2.4 Conceitualização da Exposição Ocupacional ao Calor

A exposição ao calor ocorre em muitas atividades econômicas, prevalecendo naquelas que implicam alta carga radiante sobre o trabalhador; e essa é a parcela frequentemente dominante na sobrecarga térmica que vem a se instalar. Todavia, muitas atividades com carga radiante moderada, porém acompanhadas de altas taxas metabólicas, como acontece por exemplo nos trabalhos extenuantes ao ar livre, também podem oferecer sobrecargas inadequadas. Deve-se lembrar ainda que pode haver situações críticas em ambientes em que predomina o calor úmido, praticamente sem fontes radiantes importantes, como nas lavanderias e tinturarias. Em suma, deve-se tomar cuidado para não tipificar categoricamente as situações ocupacionais quanto ao calor; o melhor é analisar criteriosamente cada uma delas.

## 2.5 Mecanismos de Trocas Térmicas

A sobrecarga térmica no organismo humano é resultante de duas parcelas de carga térmica: uma carga externa (ambiental) e outra interna (metabólica). A carga externa é resultante das trocas térmicas com o ambiente e a carga metabólica é resultante da atividade física que exerce.

## 2.6 Tipos de Trocas Térmicas

### 2.6.1 Condução

A condução consiste na troca térmica entre dois corpos em contato, cujas temperaturas são diferentes; ou na troca térmica que ocorre dentro de um mesmo

corpo, cujas extremidades encontram-se em temperaturas diferentes. Para o trabalhador, essas trocas são muito pequenas e geralmente resultam do contato do corpo com ferramentas e superfícies (Givoni, 2003).

### 2.6.2 Convecção

A convecção consiste na troca térmica realizada geralmente entre um corpo e um fluido, ocorrendo movimentação do último por diferença de densidade provocada pelo aumento da temperatura. Portanto, junto com a troca de calor existe uma movimentação do fluido, chamada de corrente natural convectiva. Se o fluido se movimenta por impulso externo, diz-se que houve uma convecção forçada. Para o trabalhador, essa troca ocorre com o ar a sua volta (Givoni, 2003).

### 2.6.3 Radiação

A radiação consiste na transmissão de calor quando todos os corpos aquecidos emitem radiação infravermelha; é o chamado “calor radiante”. Assim como emitem, também recebem, havendo o que se denomina de troca líquida radiante. O infravermelho, sendo uma radiação eletromagnética não ionizante, não necessita de um meio físico para se propagar. O ar é praticamente transparente à radiação infravermelha. As trocas por radiação entre o trabalhador e seu entorno, quando há fontes radiantes severas, serão as preponderantes no balanço térmico e podem corresponder a 60% ou mais das trocas totais (Givoni, 2003).

### 2.6.4 Evaporação

A evaporação é a mudança de fase de um líquido para vapor, ao receber calor. Um exemplo é a troca de calor produzida pela evaporação do suor, por meio da pele. O suor recebe o calor da pele; à medida que ele evapora, alivia o trabalhador. Grandes trocas de calor podem estar envolvidas (a entalpia de vaporização da água é de 590 cal/grama). Na indústria, o mecanismo da evaporação pode ser o único meio de perda de calor para o ambiente; entretanto, a quantidade de água que já está no ar é um fator limitante para a evaporação do suor; ou seja,

quando a umidade relativa do ambiente é de 100%, não é possível evaporar o suor, e a situação pode ficar crítica (Givoni, 2003).

#### 2.6.5 Equilíbrio térmico

O organismo ganha ou perde calor para o meio ambiente segundo a equação do equilíbrio térmico (Givoni, 2003):

$$M \pm C \pm R - E = Q$$

Em que:

M = calor produzido pelo metabolismo, sendo um calor sempre ganho (+)

C = calor ganho ou perdido por condução/convecção

R = calor ganho ou perdido por radiação (+/-)

E = calor sempre perdido por evaporação (-)

Q = calor acumulado no organismo (sobrecarga)

Q>0 acúmulo de calor (sobrecarga térmica)

Q<0 perda de calor (hipotermia)

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia empregada na condução deste trabalho esta baseada em pesquisas bibliográficas em livros, documentos, catálogos técnicos, em 'sites' especializados na 'internet' e na experiência profissional do autor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 As Reações do Organismo ao Calor

À medida que ocorre a sobrecarga térmica, o organismo dispara certos mecanismos para manter a temperatura interna constante, como a dilatação dos vasos periféricos e a sudorese.

A vasodilatação periférica permite o aumento da circulação de sangue na superfície do corpo, aumentando a troca de calor com o meio ambiente. O fluxo sanguíneo transporta calor do núcleo do corpo para a periferia. Como a rede de vasos aumenta, pode haver queda de pressão (hidráulica aplicada). A sudorese permite a perda de calor por meio da evaporação do suor. O número de glândulas ativadas pelo mecanismo termorregulador é proporcional ao desequilíbrio térmico existente (Boff, 1999).

A quantidade de suor produzido pode, em alguns instantes, atingir o valor de até dois litros por hora. A evaporação de um litro por hora permite uma perda de 590 kcal durante o período (Saliba, 2009).

### 4.2 Principais Efeitos do Calor

O calor pode produzir efeitos que vão desde a desidratação progressiva e as câibras até ocorrências bem mais sérias, como a exaustão por calor e o choque térmico. Os grandes candidatos à incidentes mais sérios são as pessoas não aclimatadas, ou seja, os novatos no ambiente termicamente severo.

Um golpe de calor, hipertermia ou choque térmico, ocorre quando o sistema termorregulador é afetado pela sobrecarga térmica, a temperatura interna aumenta continuamente, produzindo alteração da função cerebral, com perturbação do mecanismo de dissipação do calor, cessando a sudorese. O golpe de calor produz abruptamente sintomas como confusão mental, colapsos, convulsões, delírios, alucinações e coma e tal quadro assemelha-se ao da convulsão epiléptica.

Os sinais externos do golpe de calor são, pele quente, seca e arroxeadada. A temperatura interna sobe para 40,5°C ou mais, podendo atingir 42°C a 45°C, no caso de convulsões ou coma. O golpe de calor é frequentemente fatal e no caso de

sobrevivência, podem ocorrer sequelas devidas aos danos causados ao cérebro, aos rins e a outros órgãos.

O golpe de calor pode ocorrer durante a realização de tarefas físicas pesadas em condições de calor extremo, quando não há a aclimatação ou na presença de complicadores como o diabetes 'mellitus', as doenças cardiovasculares e cutâneas ou a obesidade.

O médico deve ser chamado imediatamente e o socorrismo prevê que o corpo do trabalhador deve ser resfriado com a maior urgência (SALIBA, 2009).

#### 4.3 A Exaustão pelo Calor

A síncope pelo calor resulta da tensão excessiva do sistema circulatório, com perda de pressão e sintomas como o enjôo, a palidez, a pele coberta pelo suor e as dores de cabeça. Quando a temperatura corpórea tende a subir, o organismo sofre uma vasodilatação periférica, na tentativa de aumentar a quantidade de sangue nas áreas de troca. Com isso, há uma diminuição de fluxo sanguíneo nos órgãos vitais, podendo ocorrer uma deficiência de oxigênio nessas áreas, comprometendo particularmente o cérebro e o coração.

Essa situação pode ser agravada quando há a necessidade de um fluxo maior de sangue nos músculos devido ao trabalho físico intenso. A recuperação é rápida e ocorre naturalmente se o trabalhador deitar-se durante a crise ou sentar-se com a cabeça baixa. A recuperação total é complementada por repouso em ambiente frio (SALIBA, 2009).

#### 4.4 A Prostração Térmica por Desidratação

A desidratação ocorre quando a quantidade de água ingerida é insuficiente para compensar a perda pela urina, sudação e pelo ar exalado. Com a perda de 5% a 8% do peso corpóreo, ocorrem a diminuição da eficiência no trabalho, os sinais de desconforto, sede, irritabilidade e a sonolência, além do pulso acelerado e a temperatura elevada. Uma perda de 10% do peso corpóreo é incompatível com qualquer atividade, já uma perda de 15% pode causar choque térmico ou golpe pelo calor. O tratamento consiste em colocar o trabalhador em local frio e fazer a reposição hídrica e salina.

Quando o sal ingerido é insuficiente para compensar as perdas por sudorese, pode ocorrer a prostração térmica. As pessoas mais suscetíveis são as não aclimatizadas. A prostração térmica é caracterizada pelos seguintes sintomas: fadiga, tonturas, a falta de apetite, náuseas, vômitos e câibras musculares. As câibras de calor apresentam-se na forma de dores agudas nos músculos, em particular os do abdômen, os das coxas e aqueles sobre os quais a demanda física foi intensa. Elas ocorrem por falta de cloreto de sódio, perdido pela sudorese intensa sem a devida reposição e/ou aclimatação. O tratamento consiste no descanso em local fresco, com a reposição salina por meio de soro fisiológico (solução a 1%). A reposição hídrica e a salina devem ser feitas com orientação e acompanhamento médico (ATLAS, 2004).

#### 4.5 As Enfermidades das Glândulas Sudoríparas

A exposição ao calor por um período prolongado e, particularmente, em clima muito úmido pode produzir alterações das glândulas sudoríparas, que deixam de produzir o suor, agravando o sistema de trocas térmicas e levando os trabalhadores à intolerância ao calor. Esses trabalhadores devem receber tratamento dermatológico e em alguns casos devem ser transferidos para tarefas em que a sudorese não seja absolutamente necessária para a manutenção do equilíbrio térmico (Atlas, 2004).

#### 4.6 Edema pelo Calor

Consiste no inchaço das extremidades, em particular os pés e os tornozelos. Ocorre comumente em pessoas não aclimatizadas, sendo muito importante a manutenção do equilíbrio hídrico-salino (Atlas, 2004).

#### 4.7 Aclimatação

Quando um trabalhador se expõe ao calor intenso pela primeira vez, tem sua temperatura interna significativamente elevada, com um aumento do ritmo cardíaco e baixa sudorese. Além de suar pouco, pode perder muito cloreto de sódio nesse suor. O indivíduo aclimatizado sua mais, consegue manter a temperatura do núcleo

do corpo em valores mais baixos e perde menos sal no suor, mantendo também os batimentos cardíacos.

A aclimatação ocorre por meio de três fenômenos:

- aumento da sudorese;
  - diminuição da concentração de sódio no suor (4,0 g/l para 1,0 g/l), sendo que a quantidade de sódio perdido por dia passa de 15 a 25 gramas para 3 a 5 gramas;
  - diminuição da frequência cardíaca, pelo aumento do volume sistólico, devido ao aumento da eficiência do coração no bombeamento em valores mais aceitáveis.
- A aclimatação é iniciada após quatro a seis dias e tende a ser satisfatória após uma a duas semanas. Tal condição somente pode ser avaliada e atestada pelo médico (Atlas, 2004).

Vale ressaltar que o afastamento do trabalho por vários dias pode fazer com que o trabalhador perca parte da aclimatação; após três semanas a perda será praticamente total.

#### 4.8 Norma Regulamentadora – 15 (NR-15)

A NR-15 – atividades e operações insalubre – estabelece e define em seus artigos os agentes considerados insalubres, os limites de tolerância e os critérios técnicos e legais para avaliação e caracterização de atividades e operações insalubres, além do adicional devido para cada caso.

Um dos objetivos da NR 15 é apresentar índices ou parâmetros norteadores da implantação de programas de higiene ocupacional, complementados com as metodologias de avaliação ambientais da Fundacentro e, na ausência destas, em normas internacionais reconhecidas.

O anexo 3 – Limites de tolerância para exposição ao calor da NR -15, trata da caracterização da sobrecarga térmica visando à especificação de atividades ou operações insalubres.

Os ambientes quentes representam um dos pontos mais importantes no estudo da patologia ocupacional devido a dois fatores. São eles:

- alta frequência de fadiga física ocasionada por ambientes quentes. Chama-se a atenção para o alto número de indivíduos que começaram a trabalhar jovens e saudáveis em ambientes quentes e que, depois de poucos anos, encontram-se anormalmente envelhecidos e fracos;

- perda de produtividade, motivação, velocidade, precisão, continuidade e aumento da frequência de acidentes causados pelo desconforto térmico.

A sobrecarga térmica é a quantidade de energia que o organismo deve dissipar para atingir o equilíbrio térmico. O organismo gera calor devido à atividade celular. Tal calor, chamado calor metabólico, é a combinação do calor gerado pelo metabolismo basal com o resultante da atividade física. Para que o equilíbrio térmico seja mantido, a carga térmica metabólica deve ser dissipada.

O organismo, portanto, pode perder ou ganhar calor, de acordo com as condições ambientais, através de alguns mecanismos termorreguladores.

Os mecanismos de perda são:

- circulação cutânea;
- perda de calor por irradiação;
- perda de calor por condução-convexão.

Assim, o ambiente bem ventilado também favorece a evaporação, levando o ar saturado para longe do organismo e possibilitando que mais suor evapore. É importante esclarecer que a corrente de ar que favorece a evaporação do suor é aquela em que o ar está à temperatura mais baixa que a do corpo humano. A evaporação do suor é particularmente importante no trabalho em ambientes quentes, porque ela é a única forma que o indivíduo tem de perder calor corpóreo.

A NR 15 estabelece que a exposição ao calor deve ser avaliada por meio do índice de bulbo úmido termômetro de globo – IBUTG, definido pelas equações que se seguem:

- ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

- ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,1 \text{ tbs} + 0,2 \text{ tg}$$

Onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco.

Os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum, mostrados na Figura 1 a seguir (SALIBA, 2009).



Figura 1 Medidor de stress térmico

Fonte: Solostocks, 2011

As medições devem ser efetuadas no local onde o trabalhador permanece, à altura da região do corpo mais atingida.

A NR 15 – Anexo 3, determina a utilização do IBUTG para avaliação da sobrecarga térmica, pela combinação das leituras dos termômetros de globo, bulbo úmido e seco, correlacionando a carga térmica ambiental com a carga metabólica do tipo de atividade exercida pelo trabalhador. É um recurso aplicável para os ambientes internos (sem carga solar) e externos (com carga solar proveniente dos termômetros). Não há dúvidas da aplicação deste método para avaliação de exposições a fontes naturais; todavia, contrariando a avaliação técnica, a portaria MTPS 491 (10/09/95), anterior à portaria 3.214/78, determina que a caracterização da insalubridade por calor seja restrita a ambientes com fontes artificiais, não levando em conta a exposição à radiação solar.

Para regimes de trabalho intermitentes com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço, os limites de tolerância para exposição ao calor estão mostrados no Quadro 1, abaixo.

Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora)	Tipo de atividade		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	Até 30	Até 26,7	Até 25,0
45 minutos de trabalho 15 minutos de descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos de trabalho 30 minutos de descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos de trabalho 55 minutos de descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2	Acima de 31,1	Acima de 30,0

Quadro 1 Limites de Tolerância para exposição ao calor.

Fonte: Norma regulamentadora NR 15, 2011

Os períodos de descanso serão considerados como tempo de serviço para todos os efeitos legais. A determinação do tipo de atividade (leve, moderada ou pesada) é feita consultando-se o Quadro 1 acima.

Para regimes de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (local de descanso), os limites de tolerância são mostrados no Quadro 2, na seqüência.

Considera-se como local de descanso o ambiente termicamente mais ameno, com o trabalhador em repouso ou exercendo atividade leve.

M (Kcal/h)	Máximo IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	25,7
350	26,5

M (Kcal/h)	Máximo IBUTG
400	26,0
450	25,5
500	35,0

Quadro 2. Limites de Tolerância para exposição ao calor Níveis de IBUTG.

Fonte: Norma regulamentadora NR 15, 2011

Onde: M é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora, determinada pela seguinte fórmula:

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

Mt = taxa de metabolismo no local de trabalho;

Tt = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho;

Md = taxa de metabolismo no local de descanso;

Td = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

IBUTG é o valor IBUTG médio ponderado para uma hora, determinado pela seguinte fórmula:

$$\overline{\text{IBUTG}} = \frac{\text{IBUTG}_t \times T_t + \text{IBUTG}_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

IBUTGt = valor do IBUTG no local de trabalho;

IBUTGd = valor do IBUTG no local de descanso;

Tt e Td = como anteriormente definidos.

Os tempos Tt e Td devem ser tomados no período mais desfavorável do ciclo de trabalho, sendo Tt + Td = 60 minutos corridos. As taxas de metabolismo Mt e Md serão obtidas consultando-se o Quadro 3.

Os períodos de descanso serão considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

Tipo de Atividade	Kcal/h
Sentado em repouso	100
Trabalho leve	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex. datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex. dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em maquina ou bancada, principalmente com os braços	150
Trabalho moderado	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas	180
De pé, trabalho leve em maquina ou bancada com alguma movimentação	175
De pé, trabalho moderado em maquina ou bancada com alguma movimentação	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar	300
Trabalho pesado	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos	440
Trabalho fatigante	550

Quadro 3. Taxas de metabolismo por tipo de atividade

Fonte: Norma regulamentadora NR 15, 2011

#### 4.9 Exemplos de Avaliação

Atividade na qual o trabalhador não pode abandonar o local de trabalho, entre a execução de uma tarefa e a seguinte:

Observando-se um operador de forno de uma empresa, conforme ilustrado na Figura 2, verifica-se que ele gasta 3 minutos carregando o forno, aguarda 4 minutos para que a carga atinja a temperatura esperada sem, no entanto, sair do local e, em seguida, gasta outros 3 minutos para descarregar o forno. Este ciclo de trabalho é continuamente repetido durante toda a jornada de trabalho.



Figura 2 Atividade em fornos

Fonte: Jornal A Gazeta, 2011

Determinando-se os parâmetros necessários ao cálculo do IBUTG obteve-se:

$T_g = 35^{\circ}\text{C}$

$T_{bn} = 25^{\circ}\text{C}$

Tipo da atividade – Moderada (Quadro 3)

Calculando-se o IBUTG temos:

$\text{IBUTG} = 0,7 \times 25 + 0,3 \times 35 = 28^{\circ}\text{C}$

Consultando-se o quadro I, conclui-se que em cada hora corrida de trabalho, o operário pode trabalhar, no máximo, 45 minutos e deve descansar, no mínimo, 15 minutos. É importante lembrar que este regime é recomendado, considerando-se que o trabalhador não sai do local analisado.

Considerando-se, agora, o regime de trabalho observado na empresa, constata-se que em cada 10 minutos corridos o operário trabalha 6 minutos (3 carregando o forno e 3 descarregando) e aguarda por 4 minutos a elevação da temperatura, sem sair do local, operação esta considerada como “descanso no próprio local de trabalho” para fins deste critério de avaliação. Como o ciclo observado continuamente se repete, pode-se afirmar que em cada hora corrida de trabalho, o ciclo se repete 6 vezes e o operário trabalha um total de 36 minutos (6x6 minutos) e descansa 24 minutos (6x4 minutos).

De acordo com o que dispõe o Quadro 1 – o operário deve, em cada hora corrida, trabalhar 45 minutos e descansar 15 minutos – conclui-se que o ciclo de trabalho observado na empresa é compatível com a atividade física do trabalhador e com as condições térmicas do ambiente analisado e, portanto, o limite de tolerância não é excedido.



Figura 3 Trabalhador realizando atividade de laminação

Fonte: Sindicato das empresas de Laminação, 2011

#### 4.10 Regime de Trabalho (Descanso em Outro Local)

Observando-se os procedimentos de trabalho de um operário que atua junto a uma fonte de calor, verifica-se que ele executa seu trabalho, intercalado por períodos de descanso em outro local termicamente mais ameno, a interpretação das condições de exposição ao calor é feita a partir do Quadro 2.

Onde:

$$\overline{M} = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

$$\overline{IBUTG} = \frac{IBUTG_t \times T_t + IBUTG_d \times T_d}{60}$$

Sendo:

$M_t$  = metabolismo no local de trabalho;

$M_d$  = metabolismo no local de descanso;

$IBUTG_t$  = valor de IBUTG no local de trabalho;

$IBUTG_d$  = valor do IBUTG no local de descanso;

$T_t$  = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho;

$T_d$  = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

Para valores de  $M$  intermediários aos existentes no Quadro 2, deve ser considerado, como limite, o máximo IBUTG relativo ao  $M$  imediatamente mais elevado.

A determinação do metabolismo, tanto para o local de trabalho como para o local de descanso, é feita consultando-se o Quadro 3. Neste caso, o limite de tolerância para exposição ao calor será considerado excedido, quando os valores obtidos na avaliação não forem compatíveis com o Quadro 2.

Observando-se um operador de forno de uma empresa, verifica-se que ele gasta 3 minutos carregando o forno, aguarda 4 minutos para que a carga atinja a temperatura esperada e, em seguida gasta outros 3 minutos para descarregar o forno. Durante o tempo em que aguarda a elevação da temperatura da carga (4 minutos), o operador do forno permanece fazendo anotações, sentado diante de uma mesa que está afastada do forno. Este ciclo de trabalho é continuamente repetido durante toda a jornada de trabalho.

Neste caso, para fins de aplicação do índice, denomina-se local de trabalho àquele onde permanece o trabalhador quando carrega e descarrega o forno, e local de descanso àquele no qual o operador do forno permanece sentado, fazendo anotações.

Determinando-se os parâmetros necessários ao cálculo do IBUTG, obteve-se:

a) local de trabalho

$t_g = 54^\circ\text{C}$

$t_{bn} = 22^\circ\text{C}$

$M = 300\text{Kcal/h}$

Calculando-se o IBUTG temos:

$$\text{IBUTG}_t = 0,7 \times 22 + 0,3 \times 54 = 31,6^\circ\text{C}$$

b) local de descanso

$t_g = 28^\circ\text{C}$

$t_{bn} = 20^\circ\text{C}$

$M = 125\text{Kcal/h}$

Calculando-se o IBUTG temos:

$$\text{IBUTG}_d = 0,7 \times 20 + 0,3 \times 28 = 22,4^\circ\text{C}$$

Como no exemplo anterior, pode-se afirmar que, em cada hora corrida de trabalho, o ciclo se repete 6 vezes e o operário trabalha um total de 36 minutos e descansa 24 minutos.

Calculando-se M e IBUTG temos

$$\overline{M} = \frac{300 \times 36 + 125 \times 24}{60} = 230 \text{ Kcal/h}$$

$$\overline{\text{IBUTG}} = \frac{31,6 \times 36 + 22,4 \times 24}{60} = 27,9^\circ\text{C}$$

Como o valor de M encontrado, 230 Kcal/h, não consta no Quadro 2, considera-se o máximo IBUTG recomendado ao M imediatamente mais elevado, ou seja, 250 Kcal/h.

Portanto, para as condições observadas no ambiente de trabalho, o máximo IBUTG é 28,5°C (conforme Quadro 2). Como o IBUTG calculado foi 27,9°C, conclui-se que o ciclo de trabalho observado na empresa é compatível com a atividade física do trabalhador e com as condições térmicas do ambiente analisado e, portanto, o limite de tolerância não é excedido.

#### 4.11 Local de Medição

Deve-se salientar a importância dos aparelhos de medição. Eles devem ser montados no local onde permanece o trabalhador, na altura da região do corpo mais atingida, para que as leituras representem as condições reais da exposição. É importante que os aparelhos de medição sejam calibrados, tenham certificados de calibração rastreáveis pela rede brasileira de calibração (RBC) e que tais certificados estejam dentro dos prazos de validades.

É importante também que os trabalhos de avaliação não interfiram nas condições do ambiente, a fim de que os resultados sejam significativos e confiáveis.

#### 4.12 Norma de Higiene Ocupacional NHO-06-Fundacentro

A norma NHO-06 tem como objetivo o estabelecimento de critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao calor que implique sobrecarga térmica ao trabalhador, com conseqüente risco de dano a sua saúde.

Aplica-se à exposição ocupacional ao calor em ambientes internos ou externos, com ou sem carga solar direta, em qualquer situação de trabalho, não estando, no entanto, voltada para caracterização de conforto térmico.

#### 4.13 Abordagem dos Locais e das Condições de Trabalho

A avaliação de calor deve ser feita de modo a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores de cada setor da empresa, por meio da identificação de grupos homogêneos que apresentam características iguais de exposição, não necessitando que todos os trabalhadores sejam avaliados.

O conjunto de medições deve ser representativo das condições reais de exposição ocupacional do grupo de trabalhadores do setor avaliado. Dessa forma, a avaliação deve cobrir todas as condições operacionais e ambientais habituais que envolvem o trabalhador no exercício de suas funções.

Para que as medições sejam representativas é importante que o período de amostragem seja adequadamente escolhido, de maneira a considerar os 60 minutos corridos de exposição que correspondam à condição de sobrecarga térmica desfavorável.

Os procedimentos de avaliação devem interferir o mínimo possível nas condições ambientais e operacionais características da condição de trabalho do setor.

#### 4.14 Equipamentos de Medição Eletrônicos

Tratam-se de equipamentos cujas funções são:

- verificar a integridade eletromecânica e a coerência no comportamento de resposta do instrumento;
- verificar a suficiência de carga das baterias para o tempo de medição previsto;
- efetuar a calibração de acordo com as instruções do fabricante;

- verificar a necessidade de utilização de cabo de extensão para eliminar a influência de interferências inaceitáveis;
- proceder a unificação prévia do pavio.

#### 4.15 A Conduta do Avaliador

O avaliador precisar ter o cuidado de:

- evitar que seu posicionamento e conduta interfiram na condição de exposição sob avaliação, para não falsear os resultados obtidos;
- adotar as medidas necessárias para impedir que o usuário, ou qualquer terceiro, possa fazer alterações na programação do equipamento, comprometendo os resultados obtidos.

#### 4.16 Informações ao Trabalhador a Ser Avaliado

A medição não deve interferir com as atividades habituais do avaliado, devendo este manter a sua rotina de trabalho. O equipamento de medição só pode ser removido pelo avaliador, não podendo ser tocado e nem obstruído.

#### 4.17 Posicionamento do Conjunto de Medição

A altura de montagem dos equipamentos deve coincidir com a região mais atingida do corpo. Quando esta altura não for definida, o conjunto deve ser montado à altura do tórax do trabalhador exposto.

#### 4.18 Relatório da Avaliação à Exposição Ocupacional ao Calor

O relatório deve abordar os seguintes aspectos:

- Introdução, incluindo objetivos do trabalho, justificativa e datas ou períodos em que foram desenvolvidas as avaliações;
- Critério de avaliação adotado;
- Instrumental utilizado;
- Metodologia de avaliação;

- Descrição das condições de exposição avaliadas;
- Dados obtidos;
- Interpretação dos resultados.

#### 4.19 Norma Regulamentadora – 17

Quando tratamos se trata de calor, é importante esclarecer a diferença entre desconforto térmico e sobrecarga térmica, uma vez que um desconforto é um conceito subjetivo, influenciado por fatores como a sensibilidade das pessoas, o grupo étnico, a situação geográfica, o clima, os costumes, as roupas e a alimentação. O desconforto térmico pode variar de uma região para outra; o que já não acontece com a sobrecarga, uma vez que a natureza humana é a mesma em qualquer parte do mundo.

A NR-17, norma que trata da ergonomia, visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, e segurança, com desempenho eficiente.

A ergonomia sugere que as condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado.

Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como nas salas de controle, nos laboratórios e escritórios, nas salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, são recomendadas as seguintes condições de conforto:

- . níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152, norma brasileira registrada no Inmetro (117.023-6 / I2);
- . índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C (117.024-4 / I2);
- . velocidade do ar não superior a 0,75m/s (117.025-2 / I2);
- . umidade relativa do ar não inferior a 40 % (117.026-0 / I2).

A partir daí, a NR-17 recomenda-se que sejam avaliados o índice de temperatura efetiva, a velocidade do ar e a umidade, uma vez que tais fatores nos dão indicativos de conforto térmico nos postos de trabalho.

#### 4.20 Índice de Temperatura Efetiva

O TE foi o primeiro dos índices empíricos estabelecidos e até recentemente o mais largamente utilizado para a determinação da avaliação de calor nos ambientes de trabalho.

Esse índice é função de três variáveis:

- temperatura de bulbo seco;
- umidade relativa do ar (medida por meio da temperatura de bulbo úmido);
- velocidade do ar.

A umidade absoluta do ar é responsável pelo controle da evaporação de suor gerado pelo corpo. A umidade absoluta de ar elevada dificulta a evaporação do suor, e representa, portanto, uma barreira técnica para o organismo eliminar o calor gerado pelo metabolismo.

A atmosfera em que vivemos é composta de uma fase gasosa (21% de oxigênio, 78% de nitrogênio e 1% para outros gases) e vapor d'água. O ar não pode conter, a tal temperatura, mais do que certa quantidade de vapor d'água.

A umidade relativa do ar é definida como a relação entre o peso de vapor d'água contido em um dado volume de ar, e o peso do vapor d'água que saturaria a mistura a mesma temperatura, em igual volume de ar.

Como a umidade relativa do ar é função da temperatura do ambiente, quando a temperatura aumenta (umidade absoluta do ar constante), diminui a umidade relativa do ar. Com isso, diminui a influência da umidade no cálculo do índice, ou seja, o índice subestima a importância da umidade do ar. Quando a temperatura do ambiente diminui (umidade absoluta do ar constante), aumenta a umidade relativa do ar, fazendo com que cresça sua influência no cálculo do Índice; ou seja, nessa situação a importância da umidade do ar é superestimada.

O índice de temperatura efetiva é determinado por meio da utilização de ábacos, conforme mostrado na Figura 4 mostrada a seguir, em que três variáveis são plotadas:

- temperatura de bulbo úmido ( $T_{bu}$ );
- temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ );
- velocidade do ar ( $V_a$ ).

A temperatura de bulbo úmido incorpora a variável de umidade relativa do ar necessária ao cálculo da temperatura efetiva.

Há duas situações distintas para aplicação desse índice. A primeira, refere-se às condições laborais em que o trabalhador se encontra sem vestimenta completa, ou seja, de dorso descoberto; a segunda refere-se às condições laborais em que o trabalhador encontra-se com o dorso coberto. Para a determinação do índice aplicam-se ábacos, que são construídos levando em conta essas condições diferentes de troca de calor com o ambiente.

Na primeira, com o dorso desnudo, a evaporação cresce com o aumento da área de evaporação e, portanto, o índice de temperatura efetiva é menor.

Na segunda, quando o trabalhador se encontra vestido, isto é, de dorso coberto, o índice de temperatura efetiva resultante será maior.

Outra restrição que se apresenta quando da aplicação desse índice é que ele não leva em conta a troca de calor devida à radiação. Quando existem fontes de calor radiante no ambiente, as variáveis utilizadas não são suficientemente representativas das verdadeiras condições de exposição ao calor.

Nesse caso, usa-se o índice de temperatura efetiva corrigido, que é obtido substituindo-se nos ábacos a temperatura de bulbo seco ( $T_{bs}$ ) pela temperatura de globo ( $T_g$ ) (que é representativa do calor radiante) e, com auxílio de uma carta psicrométrica, determina-se a temperatura de bulbo úmido ( $T_{bu}$ ) que o ar possuiria com a mesma quantidade de vapor d'água (ou seja, com a mesma umidade absoluta), se esse ar fosse aquecido para a nova temperatura.

Para o caso de aplicação das grandezas descritas com vistas ao atendimento da NR-17 - Ergonomia, as condições limitantes, além da temperatura efetiva entre 20 e 23 °C, são a velocidade do ar não podendo ser superior a 0,75 m/s (1,5 pés/s) e a umidade relativa do ar não podendo ser inferior a 40%.

Dentro dessas condições, sem a existência de fontes de calor radiante no ambiente, a temperatura efetiva é um índice razoavelmente representativo do conforto térmico. Não se pode, entretanto, concluir que a inobservância desses parâmetros possa levar a se considerar a existência de condições de insalubridade por calor.

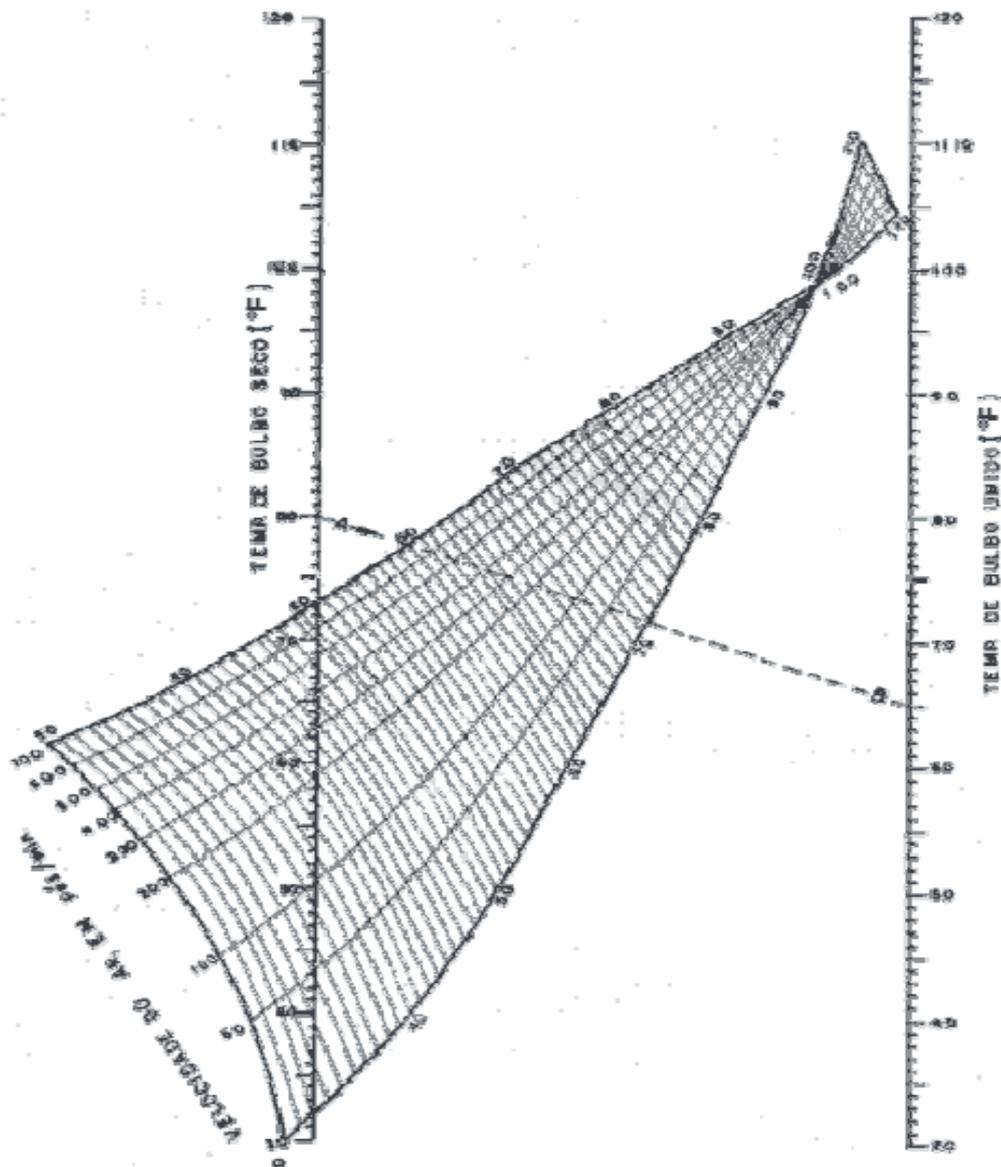


Figura 4 Ábaco de Yaglou 1927 (Temperatura Efetiva)

Fonte: Dr Sergio, 2011

#### 4.21 Medidas de Controle à Exposição Ocupacional ao Calor

A NR 9 determina que se adotem as medidas necessárias suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos ambientais, sempre que se identificar uma ou mais das seguintes situações:

- . identificação, na fase de antecipação, de risco potencial à saúde;
- . constatação, na fase de reconhecimento, de risco evidente à saúde;
- . quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites previstos na NR 15 ou, na ausência

destes, os valores limites de exposição ocupacional adotados pela 'American Conference of Governmental Industrial Hygienists' - ACGIH, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico e legais estabelecidos;

- . quando, por meio do controle médico da saúde, ficar caracterizado o nexo causal entre danos observados na saúde dos trabalhadores e a situação de trabalho a que eles ficam expostos. O estudo, o desenvolvimento e a implantação de medidas de proteção coletiva devem obedecer à seguinte hierarquia:

- . medidas que eliminem ou reduzam a utilização ou a formação de agentes prejudiciais à saúde;

- . medidas que previnam a liberação ou disseminação desses agentes prejudiciais à saúde no ambiente de trabalho;

- . medidas que reduzam os níveis ou a concentração desses agentes no ambiente de trabalho.

A implantação de medidas de caráter coletivo deve ser acompanhada de treinamento dos trabalhadores quanto aos procedimentos que assegurem a sua eficiência e de informação sobre as eventuais limitações de proteção que ofereçam.

Quando comprovada pelo empregador ou instituição a inviabilidade técnica da adoção de medidas de proteção coletiva, ou quando estas não forem suficientes ou encontrar-se em fase de estudo, planejamento ou implantação, ou ainda, em caráter complementar ou emergencial, devem ser adotadas outras medidas, obedecendo-se à seguinte hierarquia:

- . medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho;

- . utilização de equipamento de proteção individual - EPI.

A utilização de EPI no âmbito do programa deve considerar as normas legais e administrativas em vigor e envolver, no mínimo:

- . seleção do EPI adequado tecnicamente ao risco a que o trabalhador está exposto e à atividade exercida, considerando-se a eficiência necessária para o controle da exposição ao risco e o conforto oferecido, segundo avaliação do trabalhador usuário;

- . um programa de treinamento dos trabalhadores quanto à sua correta utilização e orientação sobre as limitações de proteção que o EPI oferece;

. o estabelecimento de normas ou procedimento para promover o fornecimento, o uso, a guarda, a higienização, a conservação, a manutenção e a reposição do EPI, visando a garantir as condições de proteção originalmente estabelecidas;

. a caracterização das funções ou atividades dos trabalhadores, com a respectiva identificação dos EPI utilizados para os riscos ambientais. O primeiro passo de implantação de medidas de controle da exposição ao calor deve ser direcionado para atuar nas fontes de calor das seguintes formas:

- blindando as fontes radiantes – as fontes radiantes podem ser blindadas (encerradas), cuidando-se para que os revestimentos sejam de baixa radiância. A superfície final que faz fronteira com o ambiente deveria ser de um material de baixa emissividade infravermelha. Os metais polidos fazem esse papel, sendo o mais prático o alumínio polido. Dessa forma, as fontes emitem menos calor, e, portanto, perdem menos calor para o ambiente; melhor ainda, gasta-se menos energia nos processos. Trata-se de uma economia para a empresa e um benefício para o trabalhador.

- reduzindo a área exposta da fonte – quanto menor a área exposta da fonte radiante, menor a emissão para o ambiente.

- reduzindo temperaturas de trabalho – quanto menor a temperatura da fonte, menor a emissão. Esta é uma tarefa de difícil realização prática, mas deve ser lembrada para os poucos casos em que é possível aplicá-la.

- eliminando toda perda ou geração desnecessária de calor para o ambiente – em muitos ambientes industriais há perdas de calor desnecessárias, que irão aumentar a carga térmica existente. Um exemplo, os vazamentos de vapor, processos não atendidos por pessoas que poderiam ser deslocados para o exterior e outras situações semelhantes.

São ainda formas de atuar no meio de propagação:

- instalar barreiras refletivas entre a fonte e o trabalhador – a melhor opção é o alumínio polido, cuja refletância é bastante alta (maior que 95%) e os resultados são muito bons;

- maximizar a distância fonte – trabalhador, pois quanto maior a distância até a fonte, menor a irradiação infravermelha. Poucos metros podem fazer muita diferença;

- afastar todas as rotinas possíveis das fontes mais intensas, visto que muitas tarefas são feitas próximas de fontes desnecessariamente;

- aumentar a velocidade do ar sobre o trabalhador – principalmente quando a temperatura de bulbo seco do ambiente for menor do que 35°C;
- reduzir, por trocas de ar, a umidade relativa do ambiente nos locais com alta umidade, permitindo a evaporação do suor.

Atuar na organização do trabalho pode tornar a tarefa menos crítica, reduzindo a carga metabólica envolvida. Isso pode ser feito:

- evitando trabalho braçal direto;
- mecanizando a tarefa;
- realizando tarefas em duplas;
- evitando o subir e descer de escadas;
- reduzindo o peso unitário das cargas;
- ajustando os tempos de exposição nas fases críticas;
- introduzindo pausas de descanso térmico;
- seguindo os estudos de tempo do IBUTG.

## **5 CONCLUSÃO**

Conclui-se que com a observância e atendimento a legislação vigente atrelada as técnicas de engenharia de segurança do trabalho minimiza os riscos para o trabalhador onde há exposição ao calor.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de. **Custos da implantação do PCMAT na ponta do lápis**. São Paulo: Fundacentro, 2002.

BARBOSA FILHO, Antonio Nunes. **Segurança do trabalho & gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2001.

**BRASIL**. Constituição 1988 e suas complementações.

- Código de Processo Civil e legislação processual em vigor.
- Código Civil e legislação civil em vigor.
- Ministério do Trabalho – Norma Regulamentadora NR-9.
- Ministério do Trabalho – Norma Regulamentadora NR-15
- Ministério do Trabalho – Norma Regulamentadora NR-17

\_\_\_\_\_. **Consolidação das leis do trabalho**. 8. ed. São Paulo: LTr, 1985.

\_\_\_\_\_. Tribunal Superior do Trabalho. Jurisprudência. Disponível em: [www.tst.gov.br/jurisprudencia](http://www.tst.gov.br/jurisprudencia), acesso em: 28 novembro 2010.

BOFF, Leonardo. **Saber cuidar: ética do humano – compaixão pela terra**. Petrópolis: Vozes, 1999.

BUONO NETO, Antonio. **Guia prático para elaboração de laudos periciais em medicina do trabalho**. São Paulo: LTr, 2002.

\_\_\_\_\_. **Perícia e processo trabalhista**. 3. ed. Curitiba: Gênese, 2002.

\_\_\_\_\_. **Perícias judiciais na medicina do trabalho**. São Paulo: LTr, 2001.

DR SERGIO, Empresa de Consultoria, **Ábaco de Yaglou, 1927 (Temperatura Efetiva)**, disponível em <http://www.drsergio.com.br>, acessado em março de 2011.

GIVONI, Baruch; NOGUCHI, Mikiko. **Outdoor comfort research issues**. *Energy and Buildings*, v. 35, n. 1, p. 77-86, 2003.

JORNAL A GASETA, **Atividade em fornos**, disponível em <http://www.gazetaonline.globo.com>, acessado em outubro de 2011.

MORAES, Alexandre de. **Direito constitucional**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

NASCIMENTO, Amauri Mascaro. **Curso de direito processual do trabalho**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

SALIBA, Tuffi Messias. **Insalubridade e Periculosidade**. 9. ed. São Paulo: LTr, 2009.

SAMPAIO, José Carlos de Arruda. PCMAT: **Programa de condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção**. São Paulo: PINI: SidusCon-SP, 1998.

SALIBA, Tuffi Messias; CORRÊA, Márcia Angelim Chaves. **Insalubridade e periculosidade**. 9. ed. São Paulo: LTr, 2009.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE LAMINAÇÃO, **Folder Processo de Laminação Inovação e Segurança**, Outubro de 2011.

SOLOSTOCKS, representante de **Medidor de Stress Térmico**, disponível em <http://www.solostocks.com.br>, acessado em outubro de 2011.